



TUGAS AKHIR - TE 145561

**ALAT PELAPOR PADAM LISTRIK
PADA AREA GARDU TRAFODISTRIBUSI
GUNA MENENTUKAN NILAI SAIDI SAIFI BERBASIS ARDUINO**

Sakina Yuliatri
NRP 2214038003

Dosen Pembimbing
Ir. Arif Musthofa, MT.
Rachmad Setiawan, ST., MT.

PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK
Departemen Teknik Elektro Otomasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----



FINAL PROJECT - TE 145561

***INSTRUMENT OF REPORTING POWER OUTAGES
IN THE AREA OF DISTRIBUTION SUBSTATION TRANSFORMERS
TO ASSIGN OF SAIDI SAIFI VALUE BASED ARDUINO***

Sakina Yuliatr
NRP 2214038003

Advisor
Ir. Arif Musthofa, MT.
Rachmad Setiawan, ST., MT.

ELECTRICAL ENGINEERING STUDY PROGRAM
Electrical and Automation Engineering Department
Vocational Faculty
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul **“Alat Pelapor Padam Listrik Pada Area Gardu Trafo Distribusi Guna Menentukan Nilai SAIDI SAIFI Berbasis Arduino”** adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 20 Juli 2017



Sakina Yuliatrri
NRP 2214038003

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

**ALAT PELAPOR PADAM LISTRIK PADA AREA GARDU
TRAFO DISTRIBUSI GUNA MENENTUKAN NILAI SAIDI
SAIFI BERBASIS ARDUINO**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya
Pada**

**Program Studi Teknik Listrik
Departemen Teknik Elektro Otomasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Menyetujui:

Dosen Pembimbing I

Ir. Arif Musthofa, MT.

NIP. 19660811 199203 1 004

Dosen Pembimbing II

Rachmad Setiawan, ST., MT.

NIP. 19690529 199512 1 001

**SURABAYA,
JULI, 2017**

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

ALAT PELAPOR PADAM LISTRIK PADA AREA GARDU TRAFO DISTRIBUSI GUNA MENENTUKAN NILAI SAIDI SAIFI BERBASIS ARDUINO

Nama : Sakina Yuliatri
Pembimbing 1 : Ir. Arif Musthofa, MT.
Pembimbing 2 : Rachmad Setiawan ST, MT.

ABSTRAK

PT. PLN (Persero) memiliki visi yaitu diakui sebagai perusahaan kelas dunia. Untuk mencapai hal tersebut PLN berupaya untuk sesuai dengan standar WCS (*World Class Service*). Standar WCS untuk lama padam per pelanggan yaitu 70 menit dengan kecepatan respon pengaduan 45 menit. Namun yang terjadi saat ini lama padam per pelanggan yaitu 296 menit per tahun dan kecepatan respon dari pengaduan pelanggan yaitu dua jam. Selain itu, PLN masih mengandalkan pengaduan melalui *Call Center* 123 untuk pelaporan padam listrik.

Oleh karena itu, pada Tugas Akhir ini dibuatlah suatu alat yang melaporkan adanya padam listrik pada JTR (Jaringan Tegangan Rendah) dengan laporan berupa SMS (*Short Message Service*). Ketika JTR mengalami padam rangkaian *Peak Detector* mendeteksi padam pada jaringan tersebut dan mengirimkan signal ke Arduino Nano. Selanjutnya Arduino mengirimkan SMS ke Operator dan Petugas PLN. SMS yang diterima Operator disimpan ke dalam Database pada Software Delphi7 yang terkoneksi dengan Modem GSM Maestro100. Setelah itu data waktu yang tersimpan bisa sebagai bahan menghitung nilai SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) dan SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*).

Dengan adanya alat pelapor padam listrik ini waktu padam lebih mendekati dengan waktu nyata. Dibandingkan dengan pelaporan padam *via call center* 123, laporan gangguan lebih cepat tersampaikan ke Petugas Pelayanan Gangguan yaitu dalam waktu 7 detik.

Kata Kunci : Jaringan Tegangan Rendah, Padam Listrik, SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*), SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*), SMS (*Short Message Service*)

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

***INSTRUMENT OF REPORTING POWER OUTAGES IN THE
AREA OF DISTRIBUTION SUBSTATION TRANSFORMERS
TO ASSIGN OF SAIDI SAIFI VALUE BASED ARDUINO***

Name : Sakina Yuliatri
Advisor 1 : Ir. Arif Musthofa, MT.
Advisor 2 : Rachmad Setiawan ST, MT.

ABSTRACT

PT. PLN (Persero) has a vision that is recognized as a world-class company. To achieve this, PLN strives to comply with WCS (World Class Service) standards. WCS standard for long outages per customer is 70 minutes with a 45 minute complaint response speed. However, what happens today long goes out per customer is 296 minutes per year and the response speed of customer complaints is two hours. In addition, PLN still relies on complaints through Call Center 123 for reporting power outages.

Therefore, in this Final Project was made a tool that reported the existence of power outage on JTR (Low Voltage Network) with report in the form of SMS (Short Message Service). When the JTR goes off the Peak Detector circuit detects off the network and sends a signal to the Arduino Nano. Next Arduino sends an SMS to the Operator and Officer of PLN. SMS received by Operator is stored into Database on Delphi7 Software connected to Maestro100 GSM Modem. After that the data stored time is can used to calculate the SAIDI (System Average Interruption Duration Index) and SAIFI (System Average Interruption Frequency Index).

With this power outage reporter the time of outages is closer to real time. Compared to reporting off via call center 123, reports of impediments are more quickly transmitted to the Disruptive Service Officer within 7 seconds

Keywords : *Low Voltage Network, Power Outages, SAIDI (System Average Interruption Duration Index), SAIFI (System Average Interruption Frequency Index), SMS (Short Message Service)*

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT berkat rahmat, taufik serta hidayah-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam semoga selalu terlimpahkan kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW, keluarga, sahabat, serta umat muslim yang senantiasa meneladani beliau. Alhamdulillah rasa syukur penulis ucapkan atas selesainya penyusunan Tugas Akhir ini dengan judul:

“Alat Pelapor Padam Listrik Pada Area Gardu Trafo Distribusi Guna Menentukan Nilai SAIDI SAIFI Berbasis Arduino”

Tugas Akhir ini merupakan syarat untuk memenuhi mata kuliah pada semester 6 di Departemen Teknik Elektro Otomasi kerjasama PLN Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulis mengucapkan terima kasih atas jasa dan kontribusi yang diberikan baik secara langsung ataupun tidak langsung selama mengerjakan Tugas Akhir kepada :

1. Kedua Orang Tua atas limpahan doa, kasih sayang, dukungan materi dan perhatian yang telah diberikan kepada penulis,
2. Bapak Ir. Arif Musthofa, MT selaku dosen pembimbing dibidang Teknik Listrik,
3. Bapak Rachmad Setiawan, ST, MT selaku dosen pembimbing dibidang Elektronika,
4. Teman-teman angkatan Andromeda 2014 D3 Teknik Elektro yang telah membantu dalam pengerjaan Tugas Akhir ini,
5. PT. PLN (Persero) Area Surabaya Selatan atas informasi yang menunjang Tugas Akhir penulis.

Seperti pepatah ‘Tak ada gading yang tak retak’, penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kata sempurna. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran demi melengkapi kekurangan laporan ini. Penulis mengucapkan terimakasih dan semoga Buku Tugas Akhir ini bisa bermanfaat untuk pembaca.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Surabaya, Juni 2017
Penulis

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DAFTAR ISI

	HALAMAN
HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	v
HALAMAN PENGESAHAN	vii
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	xi
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Metodologi Penelitian	3
1.6 Sistematika Laporan.....	3
1.7 Relevansi	4
BAB II TEORI DASAR	5
2.1 Sistem Distribusi Tegangan Rendah	5
2.2 Gardu Distribusi	5
2.3 Padam Listrik	7
2.4 Alur Penanganan Gangguan pada JTR.....	8
2.5 SAIDI SAIFI.....	8
2.6 Rangkaian Peak Detector	10
2.7 <i>Board</i> Arduino Nano.....	10
2.8 RTC (<i>Real Time Clock</i>).....	12
2.9 SIM900 atau GPRS dan GSM <i>Shield</i>	15
2.10 <i>Board Buck Converter</i>	16
2.11 Modem GSM Maestro 100.....	16
2.12 <i>Delphi7</i>	17
2.13 Arduino IDE.....	19
2.14 AT Command.....	20

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT	23
3.1 Perancangan <i>Hardware</i>	23
3.1.1 Perancangan Rangkaian <i>Peak Detector</i>	24
3.1.2 <i>Board</i> Arduino Nano.....	24
3.1.3 <i>Real Time Clock</i> (RTC).....	26
3.1.4 SIM900 GSM/GPRS <i>Shield</i>	26
3.1.5 Rangkaian Modem GSM Maestro 100 dengan Laptop	27
3.1.6 Rangkaian <i>Battery Supply</i> menggunakan Aki.....	27
3.2 Perancangan dan Pembuatan <i>Software</i>	28
3.2.1 Pemrograman Pada Arduino IDE.....	28
3.2.2 Pembuatan <i>Software</i> Pada <i>Delphi7</i>	32
3.3 Perancangan Mekanik.....	33
BAB IV HASIL SIMULASI DAN IMPLEMENTASI	37
4.1 Pengujian Rangkaian <i>Peak Detector</i>	37
4.2 <i>Input/Output</i> Arduino Nano.....	39
4.3 Pengujian RTC (<i>Real Time Clock</i>).....	40
4.4 Pengujian <i>Buck Converter</i>	42
4.5 Pengujian Mode <i>Charge</i> dan <i>Uncharge</i> pada <i>Automatic Battery Charger Module</i>	43
4.6 Pengujian Komunikasi dengan SIM900	45
4.6.1 Pengujian Lama Pengiriman SMS	46
4.7 Pengujian Komunikasi dengan Modem GSM.....	47
4.8 Pengujian Pembacaan SMS dan Penyimpanan (<i>Database</i>) Pada <i>Software Delphi7</i>	48
4.9 Pengujian Keseluruhan Alat	49
BAB V PENUTUP	61
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN A	A-1
LAMPIRAN B.....	B-1
LAMPIRAN C.....	C-1
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	D-1

DAFTAR GAMBAR

HALAMAN

Gambar 2.1 <i>Single Line Diagram</i> Sistem Distribusi Tegangan Rendah ..5	
Gambar 2.2 Gardu Distribusi/ Gardu Pembagi.....6	
Gambar 2.3 PHB-TR dan Sisi Sekunder Transformator Distribusi6	
Gambar 2.4 <i>Single Line Diagram</i> Gardu Trafo Tiang7	
Gambar 2.5 Diagram Alur Penangan Gangguan Pada JTR8	
Gambar 2.6 Rangkaian Peak Detector10	
Gambar 2.7a <i>Board</i> Arduino Nano13	
Gambar 2.7b IC ATmega328.....13	
Gambar 2.8 Konfigurasi IC DS1307.....13	
Gambar 2.9 SIM900 GPRS/GSM <i>Shield</i>15	
Gambar 2.10 <i>Board Buck Converter</i>15	
Gambar 2.11 Modem GSM Maestro 100.....16	
Gambar 2.12 Tampilan Awal <i>Software Delphi7</i>18	
Gambar 2.13 Tampilan dari <i>Software</i> Arduino IDE20	
Gambar 3.1 Diagram Fungsional Tugas Akhir23	
Gambar 3.2 <i>Schematic</i> Rangkaian <i>Peak Detector</i>25	
Gambar 3.3 <i>Schematic</i> Arduino Nano <i>Shield</i>25	
Gambar 3.4 <i>Schematic</i> dari RTC DS130725	
Gambar 3.5 <i>Wiring</i> dari Arduino Nano ke SIM90027	
Gambar 3.6 Rangkaian Modem GSM dengan Laptop27	
Gambar 3.7 Rangkaian <i>Battery Supply</i> sebagai <i>Power Supply</i>28	
Gambar 3.8a <i>Flowchart</i> dari Pemrograman Arduino Nano30	
Gambar 3.8b <i>Flowchart</i> dari Pemrograman Arduino Nano31	
Gambar 3.9 Tampilan HMI pada <i>Delphi7</i>32	
Gambar 3.10 <i>Flowchart</i> Pemrograman pada HMI <i>Delphi7</i>33	
Gambar 3.11 Gambar <i>Layout</i> Penataan Komponen Alat33	
Gambar 3.12 Desain <i>box</i> Alat Pelapor Padam Listrik.....34	
Gambar3.13a Desain Box Saklar35	
Gambar3.13b <i>Wiring</i> dari Box Saklar.....35	
Gambar 4.1 Pengujian Rangkaian <i>Peak Detector</i>37	
Gambar 4.2 Titik Pengukuran pada Rangkaian <i>Peak Detector</i>38	
Gambar 4.3 Pengujian <i>Board</i> Arduino Nano38	
Gambar 4.4 <i>Flowchart</i> Pengujian I/O Arduino Nano40	

Gambar 4.5 Pengujian RTC (<i>Real Time Clock</i>).....	41
Gambar 4.6 Perbandingan Antara Waktu dari RTC dengan Laptop.....	41
Gambar 4.7 Pengujian <i>Buck Converter</i>	42
Gambar 4.8 Skema Pengujian Mode <i>Charge</i> dan <i>Uncharge, Automatic BatteryCharger Module</i>	44
Gambar 4.9 <i>Flowchart</i> Program SIM900	45
Gambar 4.10 Hasil Tes Komunikasi pada SIM900 dengan Arduino.....	45
Gambar 4.11 <i>Flowchart</i> Program Pengiriman SMS dengan SIM900 ...	46
Gambar 4.12 Detik ketika SMS masuk ke HP.....	47
Gambar 4.13 Pengujian Modem GSM pada Hyperterminal	48
Gambar 4.14 Hasil pengujian <i>software Delphi7</i> dalam pembacaan SMS dan Penyimpanan pada <i>Database</i>	48
Gambar4. 15 Alat Pelapor Padam dalam Kondisi Normal	50
Gambar4. 16 Kondisi Line R Padam	51
Gambar4. 17 Tampilan SMS pada HP Petugas	51
Gambar4. 18 Hasil Pengambilan Data Dengan Software Delphi	52
Gambar4. 19 Kondisi line S dan line T Padam.....	54
Gambar4. 20 Tampilan SMS pada HP Petugas	54
Gambar4. 21 Hasil Pengambilan Data Dengan Software Delphi	55
Gambar4. 22 Kondisi line R, S dan T Padam	57
Gambar4. 23 Tampilan SMS pada HP Petugas	59
Gambar4. 24 Hasil Pengambilan Data dengan Software Delphi	60

DAFTAR TABEL

	HALAMAN
Tabel 2.1 Konfigurasi Pin Arduino Nano	14
Tabel 2.2 Spesifikasi SIM900 GPRS/GSM <i>Shield</i>	15
Tabel 2.3 Beberapa <i>AT-Command</i>	21
Tabel 4.1 Pengujian Peak Detector Kondisi Bertegangan/ <i>ON</i>	36
Tabel 4.2 Pengujian Peak Detector Kondisi Tidak Bertegangan/ <i>OFF</i>	36
Tabel 4.3 Hasil Pengujian dengan Perintah <i>LOW</i>	37
Tabel 4.4 Hasil Pengujian dengan Perintah <i>HIGH</i>	38
Tabel 4.5 Hasil Pengujian RTC	42
Tabel 4.6 Hasil Pengukuran <i>Output Buck Converter</i>	43
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Pengujian Mode <i>Charge</i> dan <i>Uncharge</i> , <i>Automatic Battery Charger Module</i>	44
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Lama Pengiriman SMS	46

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan sistem kelistrikan saat ini telah mengarah pada peningkatan efisiensi dan mutu penyaluran energi listrik semakin andal. PT. PLN (persero) sebagai salah satu perusahaan penyedia listrik memiliki visi yaitu diakui sebagai perusahaan kelas dunia . Demi mencapai visi tersebut, PLN berupaya melakukan peningkatan efisiensi dan mutu pelayanan yang dimulai dari pembangkitan, transmisi dan distribusi. Pada sisi distribusi, peningkatan efisiensi dapat dilakukan dengan cara mengurangi potensi – potensi gangguan pada jaringan distribusi. Gangguan merupakan keadaan abnormal yang mengakibatkan terputusnya penyaluran tenaga listrik yang dapat disebabkan oleh faktor teknis seperti hubung singkat fasa-fasa maupun yang bersifat non teknis seperti robohnya tiang karena tertabrak mobil. Dengan munculnya gangguan maka akan langsung berdampak pada keandalan sistem tenaga listrik.

Dari segi sistem, keandalan merupakan kemampuan sistem untuk menjalankan fungsinya sesuai dengan apa yang telah direncanakan, sehingga dalam keandalan sistem tenaga listrik, keandalan sendiri memiliki sebuah nilai yang dapat dihitung, diukur, dievaluasi, dan menjadi bahan evaluasi untuk perencanaan kedepannya. Sedangkan sebagai perusahaan yang memiliki fungsi pelayanan publik maka yang menjadi prioritas PT. PLN (Persero) adalah kepuasan konsumen, maka munculah keandalan dalam segi konsumen, yaitu kontinuitas listrik yang mereka terima, sehingga secara matematis dalam menentukan keandalan sistem konsumen memiliki dua indikator utama, yaitu frekuensi dan lamanya terjadi listrik padam. Kedua parameter inilah yang akhirnya menciptakan nilai SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) dan SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*).

Ketika terjadi padam listrik faktor SAIDI dan SAIFI sangat diperhatikan di PLN. Karena 2 indeks tersebut digunakan untuk penilaian keandalan suatu sistem distribusi tenaga listrik. Sedangkan untuk sisi pelanggan faktor pelayanan perusahaanlah yang sangat diperhatikan. Kondisi saat ini pelanggan harus bertindak sendiri dalam melakukan pelaporan padam listrik, yaitu dengan menghubungi *Call Center* (123) atau langsung ke Kantor Pelayanan Teknik. Hal ini dinilai

terlalu lama dan tidak efektif. Akibatnya gangguan di lapangan tidak segera tertangani dan padam listrik akan berlangsung lebih lama.

Untuk menangani hal tersebut maka pada Tugas Akhir ini dibuatlah alat dengan mengangkat judul yaitu, Alat Pelapor Padam Listrik Pada Area Gardu Trafo Distribusi Guna Menentukan Nilai SAIDI SAIFI Berbasis Arduino. Konsep dari alat ini yaitu, ia mendeteksi ada atau tidaknya tegangan yang mengalir pada sisi sekunder gardu trafo distribusi. Ketika tidak terdeteksi maka Arduino akan mengirimkan perintah ke modem GSM, lalu modem akan mengirimkan laporan ke PLN bahwa telah terjadi padam listrik pada gardu tersebut. Ketika pemeliharaan telah dilakukan, maka modem GSM akan kembali mengirimkan pemberitahuan ke PLN. Lalu untuk penerimaan dan penyimpanan data SMS akan diproses dengan software Delphi.

1.2 Permasalahan

Pada Tugas Akhir ini yang menjadi permasalahan yaitu PLN masih mengandalkan *call center 123* untuk pelaporan padam pada jaringan tegangan rendah. Ketika terjadi padam listrik PLN tidak tahu secara pasti kapan dan dimana lokasi padam sebelum pelanggan melaporkan kepada PLN.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam Tugas Akhir adalah :

- Penggunaan alat hanya sebatas pada tegangan 220V.
- Hanya bisa melaporkan kondisi padam atau tidaknya suatu gardu trafo distribusi. Permisalan untuk tegangan *output* gardu trafo distribusi RST diwakili oleh tegangan satu fasa 220V.
- Laporan padam hanya dikirim dalam bentuk SMS (*Short Message Service*).
- Perhitungan SAIDI SAIFI terbatas hanya untuk satu gardu distribusi saja yaitu BD1264 Rayon Ngagel, Area PLN Surabaya Selatan.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini yaitu menghasilkan suatu alat yang dapat memberikan laporan padam listrik suatu area gardu trafo distribusi tertentu dan data waktu yang didapatkan bisa menjadi bahan menentukan nilai SAIDI SAIFI dari area gardu trafo distribusi tersebut.

1.5 Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan metodologi, yaitu, tahap persiapan, tahap perencanaan dan pembuatan alat, tahap pengujian dan analisis, dan yang terakhir adalah penyusunan laporan berupa buku Tugas Akhir.

Pada tahap persiapan yaitu mempelajari mengenai konsep dasar pada sistem Jaringan Tegangan Rendah (JTR), mempelajari rangkaian *Peak Detector* sebagai sensor, mempelajari pemrograman Arduino dalam pembacaan sensor, pemrograman dengan RTC serta komunikasi dengan *GSM Shield*.

Pada tahap perencanaan dan pembuatan alat, yaitu pembuatan rangkaian *Peak Detector*, lalu membuat Arduino *shield* yang dihubungkan dengan RTC dan *SIM900 Shield*. Setelah itu merancang dan membuat *software interfacing* pada *Borland Delphi7*. Kemudian dilakukan pembuatan program untuk membaca nilai *output* sensor, membaca RTC, program mengirim SMS serta mensinkronasi semua komponen pada Arduino IDE. Setelah dilakukan perencanaan dan pembuatan alat, pengujian yang telah diperoleh selanjutnya akan dianalisis. Dari hasil analisis, akan ditarik kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan. Tahap akhir penelitian adalah penyusunan laporan penelitian.

1.6 Sistematika Laporan

Pembahasan Tugas Akhir ini akan dibagi menjadi lima Bab dengan sistematika sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Bab ini meliputi latar belakang, permasalahan, tujuan penelitian, metodologi penelitian, sistematika laporan dan relevansi.

Bab II Teori Dasar

Bab ini menjelaskan tentang tinjauan pustaka, konsep dari Jaringan Tegangan Rendah, Gradu Trafo Distribusi, RTC, Arduino Nano, *Shield* SIM900, dan *Borland Delphi7*.

Bab III Perancangan dan Pembuatan Alat

Bab ini membahas tentang menjelaskan perancangan alat pelaporan padam listrik melalui media SMS (*Short Message Service*) menggunakan SIM900 sampai dengan desain rangkaian elektronik.

Bab IV Hasil Simulasi dan Implementasi

Bab ini memuat tentang pemaparan dan analisis hasil pengujian alat pada keadaan sebenarnya. Seperti pengujian *peak detector*, komunikasi Arduino dengan SIM900, komunikasi Arduino dengan RTC serta komunikasi pada Delphi dan pengujian sistem secara keseluruhan sehingga didapatkan data-data dan analisa.

Bab V Penutup

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari hasil pembahasan yang telah diperoleh.

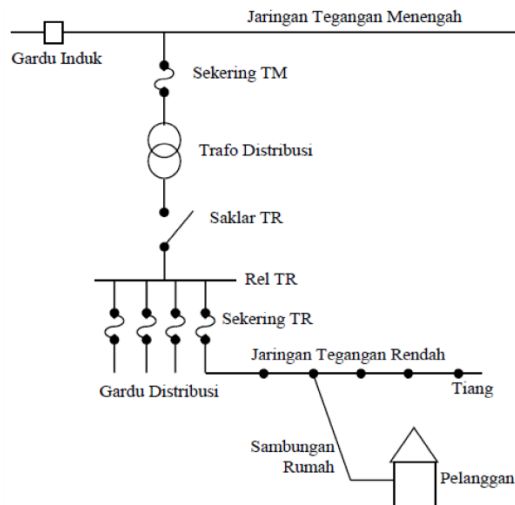
1.7 Relevansi

Dengan adanya Tugas Akhir ini diharapkan dapat dijadikan sebagai indikator terjadinya padam listrik pada jaringan tegangan rendah. Indikator ini dapat digunakan untuk mempercepat proses pemulihan padam listrik pada jaringan tegangan rendah sehingga dapat mengurangi lama padam pelanggan guna mencapai pelayanan berkelas internasional atau WCS (*World Class Service*).

BAB II TEORI DASAR

2.1 Sistem Distribusi Tegangan Rendah [2]

Jaringan Distribusi Tegangan Rendah adalah bagian hilir dari suatu sistem tenaga listrik. Melalui jaringan distribusi ini disalurkan tenaga listrik kepada para pemanfaat/pelanggan listrik. Besarnya standar tegangan untuk jaringan distribusi tegangan rendah yaitu 220/380. Sistem distribusi tegangan rendah dimulai dari sekunder trafo distribusi sampai dengan pelanggan, seperti pada gambar 2.1.

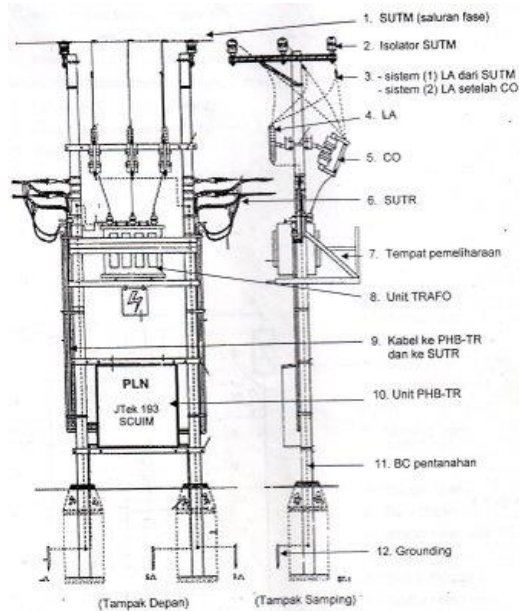


Gambar2.1 *Single Line Diagram* Sistem Distribusi Tegangan Rendah

2.2 Gardu Distribusi [3]

Gardu distribusi tenaga listrik yang paling dikenal adalah suatu bangunan gardu listrik berisi atau terdiri dari instalasi Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Menengah (PHB-TM), Transformator Distribusi (TD) dan Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR) untuk memasok kebutuhan tenaga listrik bagi para pelanggan baik dengan Tegangan Menengah (TM 20 kV) maupun Tegangan Rendah (TR 220/380V). Contoh daripada gardu distribusi dapat dilihat pada gambar 2.2.

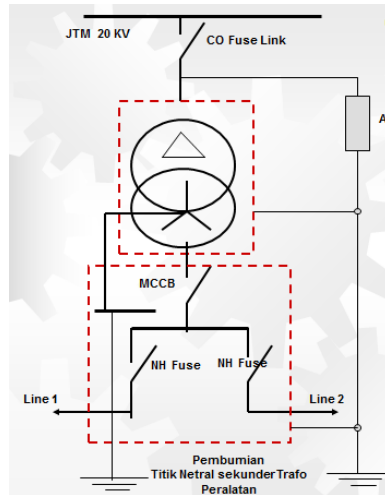
Pada Tugas Akhir ini, *output* tegangan daripada gardu distribusi yang dapat digunakan yaitu pada Transformator Distribusi sisi sekunder dan pada bagian PHB- TR yang ditunjukkan gambar 2.3. dan juga untuk single line diagram daripada gardu trafo tiang (GTT) dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar2. 2 Gardu Distribusi/ Gardu Pembagi



Gambar2.3 PHB-TR dan Sisi Sekunder Transformator Distribusi



Gambar2. 4 *Single Line Diagram Gardu Trafo Tiang.*

2.3 Padam Listrik

Zaman yang sudah serba ada, listrik menjadi kebutuhan primer untuk setiap manusia. Hampir semua peralatan menggunakan sumber energi berupa listrik. Namun, seringkali juga listrik mengalami padam yang disebabkan oleh kejadian-kejadian tertentu. Menurut Adryan Fahri Zul Fauzi (2016), padam listrik merupakan suatu kondisi saat terhentinya pasokan aliran listrik ke pelanggan. Padam listrik dapat disebabkan oleh dua jenis, yaitu padam listrik yang terencana dan padam listrik tidak terencana (gangguan).

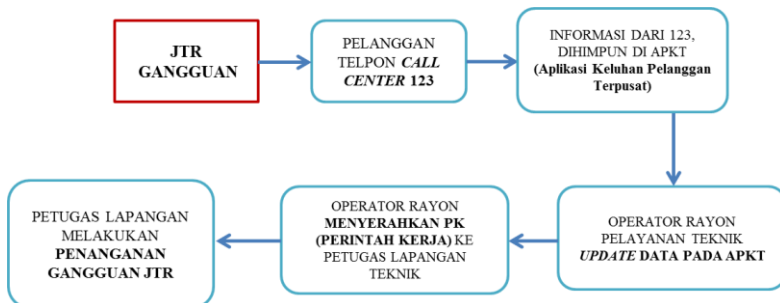
Padam Terencana adalah, pemadaman yang diakibatkan adanya kegiatan yang telah direncanakan oleh PLN yang mengharuskan terhentinya aliran listrik PLN ke pelanggan. Hal itu dapat dicontohkan seperti:

- Penambahan peralatan pada jaringan tenaga listrik.
- Pemeliharaan Preventif (*Preventive Maintenance*) yang dengan tujuan untuk menjaga keandalan agar tidak terjadi kerusakan yang lebih fatal.

Padam tidak Terencana (Gangguan) adalah keadaan di mana terjadi situasi abnormal, yang terjadi dalam penyaluran tenaga listrik. Gangguan merupakan salah satu penyebab terputusnya penyaluran tenaga listrik ke konsumen listrik. Gangguan merupakan hal yang tidak bisa diprediksi oleh siapapun, oleh karena itu kita hanya bisa meminimalisir terjadinya gangguan dengan menjaga kondisi lingkungan disekitar jaringan tetap aman terkendali.

2.4 Alur Penanganan Gangguan pada JTR

Alur penanganan gangguan pada JTR ini digunakan sehingga penangan gangguan bisa lebih terarah dan maksimal. Alur penanganan gangguan ini diharapkan waktu penanganan gangguan lebih efektif, cepat dan tepat sasaran. Hal tersebut sesuai dengan visi PT. PLN (Persero) untuk menerapkan pelayanan kelas dunia, *World Class Service* (WCS) yaitu untuk pelayanan teknis pada JTR sebesar 75 menit (Sumber PT. PLN (Persero) Rayon Ngagel). Alur daripada penanganan gangguan dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar2.5 Diagram Alur Penangan Gangguan Pada JTR

2.5 SAIDI SAIFI

Pemadaman yang terjadi baik karena gangguan maupun terencana haruslah termonitor dengan baik, mulai dari jumlah pelanggan, lama waktu padam, maupun penyebab-penyebabnya. Hal itu dikarenakan dengan tertatanya suatu pemadaman maka pada saat diadakan evaluasi untuk keandalan sistem didapatkan kesimpulan yang jelas berdasarkan data-data yang didapatkan pada hasil monitoring.

Disamping itu, pencatatan atau monitoring ini fungsinya sebagai pembandingan kinerja atau gangguan yang dihadapi suatu rayon di PT. PLN dengan rayon yang lain.

Dari uraian uraian di atas, secara umum kita dapat mengetahui bahwa angka Pemadaman adalah angka yang menyatakan berapa kali dan berapa lama para pelanggan PLN mengalami pemadaman. Dua parameter ini yang kemudian digunakan sebagai indeks acuan pada perusahaan penyedia listrik hampir di seluruh dunia, termasuk Indonesia. Dua parameter ini dikenal dengan SAIDI dan SAIFI dengan penjelasan sebagai berikut:

- Lama Padam Rata-rata (**LPR = SAIDI**) dalam satuan **x** jam/tahun, **x** jam/bulan atau **x** jam/kuartal. Menurut IEEE istilah yang digunakan adalah **SAIDI** (*System Average Interruption Duration Index*). **SAIDI** yaitu angka yang menyatakan lama padam rata-rata pada tiap-tiap pelanggan dengan satuan **jam/pelanggan/bulan**.
- Frekuensi Padam Rata-rata (**FPR = SAIFI**) dalam satuan **n** kali/tahun, **n** kali/bulan atau **n** kali/kuartal. Menurut IEEE istilah yang digunakan adalah **SAIFI** (*System Average Interruption Frequency Index*). **SAIFI** yaitu angka yang menyatakan berapa sering pemadaman rata-rata terjadi pada tiap pelanggan, dengan satuan **kali/pelanggan/bulan**.

Dalam SPLN 59 (1985) dan Buku Pedoman Perhitungan – Kriteria Desain Jaringan Distribusi di formulakan sebagai :

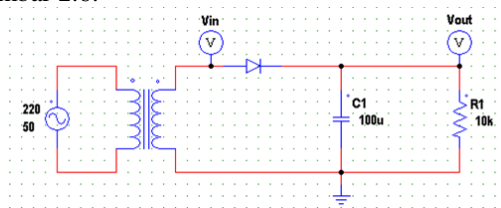
$$SAIDI = \frac{\sum(\text{Jumlah Pelanggan Padam} \times \text{Lama Padam})}{\text{Total Pelanggan}} \text{ -----(2.1)}$$

$$SAIFI = \frac{\sum(\text{Jumlah Padam} \times \text{Lama Padam})}{\text{Total Pelanggan}} \text{ -----(2.2)}$$

[Sumber: Buku Kriteria Desain Jaringan Distribusi – Bagian 3 halaman 1-2]

2.6 Rangkaian Peak Detector

Rangkaian detektor puncak (*peak detector*) adalah rangkaian yang terdiri dari hubungan seri sebuah dioda dengan kapasitor yang menghasilkan *output*, secara teori, berupa tegangan DC yang sama dengan amplitudo puncak (V_p) tegangan AC sebagai *input*. Pada Tugas Akhir ini, rangkaian *peak detector* difungsikan sebagai sensor yang mendeteksi ada atau tidaknya tegangan. Rangkaian *peak detector* dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar2.6 Rangkaian *Peak Detector*

2.7 Board Arduino Nano

Arduino merupakan sebuah platform dari *physical computing* yang bersifat *open source*. Arduino merupakan kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment* (IDE).

IDE adalah sebuah *software* yang sangat berperan untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner dan meng-*upload* ke dalam *memory microcontroller*. Board Arduino Nano adalah salah satu papan pengembangan mikrokontroler yang berukuran kecil, lengkap dan mendukung penggunaan *breadboard*. Arduino Nano diciptakan dengan basis mikrokontroler ATmega328.[9] Board Arduino Nano dan IC mikrokontroler ATmega328 dapat dilihat pada gambar 2.7a dan gambar 2.7b.

Arduino Nano memiliki 30 Pin. Berikut Konfigurasi pin Arduino Nano. Konfigurasi dari Pin Arduino Nano dapat dilihat pada tabel 2.1.

1. VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan catu daya digital.
2. GND merupakan pin ground untuk catu daya digital.
3. AREF merupakan Referensi tegangan untuk *input* analog. Digunakan dengan fungsi *analogReference()*.

4. RESET merupakan Jalur *LOW* ini digunakan untuk me-reset (menghidupkan ulang) mikrokontroler. Biasanya digunakan untuk menambahkan tombol *reset* pada *shield* yang menghalangi papan utama Arduino
5. Serial RX (0) merupakan pin yang berfungsi sebagai penerima TTL data serial.
6. Serial TX (1) merupakan pin yang berfungsi sebagai pengirim TT data serial.
7. *External Interrupt* (Interupsi Eksternal) merupakan pin yang dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interupsi pada nilai yang rendah, meningkat atau menurun, atau perubahan nilai.
8. *Output PWM 8-Bit* merupakan pin yang berfungsi untuk *analogWrite()*.
9. SPI merupakan pin yang berfungsi sebagai pendukung komunikasi.
10. LED merupakan pin yang berfungsi sebagai pin yang diset bernilai *HIGH*, maka LED akan menyala, ketika pin diset bernilai *LOW* maka LED padam. LED Tersedia secara built-in pada papan Arduino Nano.
11. *Input Analog (A0-A7)* merupakan pin yang berfungsi sebagai pin yang dapat diukur/diatur dari mulai Ground sampai dengan 5 Volt, juga memungkinkan untuk mengubah titik jangkauan tertinggi atau terendah mereka menggunakan fungsi *analogReference()*.

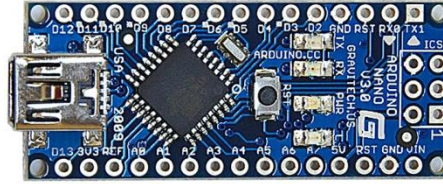
2.8 RTC (*Real Time Clock*) [5]

Real-time clock DS1307 adalah IC yang dibuat oleh perusahaan Dallas Semiconductor. IC DS1307 memiliki kristal yang dapat mempertahankan frekuensinya dengan baik. Konfigurasi IC DS1307 dapat dilihat pada gambar 2.8. *Real-time clock* DS1307 memiliki fitur sebagai berikut:

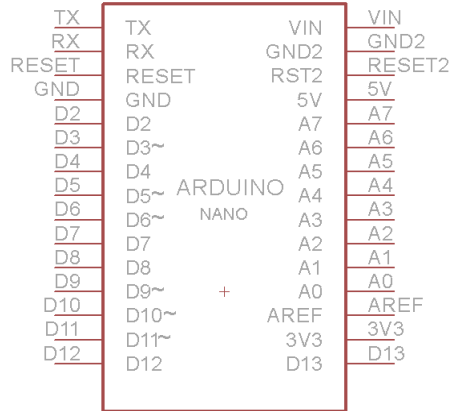
1. *Real-time clock* (RTC) menyimpan data-data detik, menit, jam, tanggal dan bulan dalam seminggu, dan tahun valid hingga 2100.
2. 56-byte, *battery-backed*, RAM *nonvolatile* (NV) RAM untuk penyimpanan.
3. Antarmuka serial *Two-wire* (I2C).
4. Sinyal keluaran gelombang-kotak terprogram (*Programmable squarewave*).
5. Deteksi otomatis kegagalan-daya (*power-fail*) dan rangkaian *switch*.
6. Konsumsi daya kurang dari 500nA menggunakan mode baterai cadangan dengan operasional osilator.
7. Tersedia fitur industri dengan ketahanan suhu: -40°C hingga +85°C.
8. Tersedia dalam kemasan 8-pin DIP atau SOIC.

Sedangkan daftar pin RTC DS1307 adalah sebagai berikut:

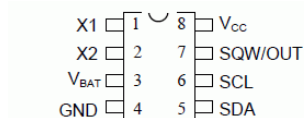
- VCC – *Primary Power Supply*.
- X1, X2 – 32.768kHz *Crystal Connection*.
- VBAT – +3V *Battery Input*.
- GND – *Ground*.
- SDA – *Serial Data*.
- SCL – *Serial Clock*.
- SQW/OUT – *Square Wave/Output Driver*.



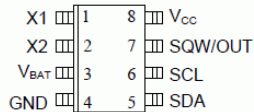
Gambar2.7a Board Arduino Nano



Gambar2.7b IC ATmega328



DS1307 8-Pin DIP (300-mil)



DS1307 8-Pin SOIC (150-mil)

Gambar2.8 Konfigurasi IC DS1307

Tabel 2.1 Konfigurasi Pin Arduino Nano

Nomor Pin	Nama Pin
1	Digital Pin 1 (TX)
2	Digital Pin 0 (RX)
3 & 28	Reset
4 & 29	GND
5	Digital Pin 2
6	Digital Pin 3 (PWM)
7	Digital Pin 4
8	Digital Pin 5 (PWM)
9	Digital Pin 6 (PWM)
10	Digital Pin 7
11	Digital Pin 8
12	Digital Pin 9 (PWM)
13	Digital Pin 10 (PWM-SS)
14	Digital Pin 11 (PWM-MOSI)
15	Digital Pin 12 (MISO)
16	Digital Pin 13 (SCK)
18	AREF
19	Analog <i>Input</i> 0
20	Analog <i>Input</i> 1
21	Analog <i>Input</i> 2
22	Analog <i>Input</i> 3
23	Analog <i>Input</i> 4
24	Analog <i>Input</i> 5
25	Analog <i>Input</i> 6
26	Analog <i>Input</i> 7
27	VCC
30	Vin

2.9 SIM900 atau GPRS dan GSM Shield [6]

SIM900 GSM/GPRS *Shield* adalah *shield* yang berfungsi untuk melakukan komunikasi antara handphone dan Arduino melalui jaringan GSM. Dengan *shield* ini, pengguna bisa mengirim dan menerima SMS, MMS, menelpon maupun ditelpon, menggunakan GPIO untuk aplikasi tertentu. SIM900 menggunakan AT Command untuk menjalankan fungsinya, dan menggunakan komunikasi UART/Serial dengan Arduino. SIM900 memiliki 12 GPIO, 2 ADC dan 1 PWM berlogic 2.8V (2V8). SIM900 GPRS/GSM *Shield* dapat dilihat pada Gambar 2.9. Dan spesifikasinya dapat dilihat pada Tabel 2.2



Gambar2.9 SIM900 GPRS/GSM *Shield*

Tabel 2.2 Spesifikasi SIM900 GPRS/GSM *Shield*

Spesifikasi	
<i>Dimension (with antenna)</i>	110mm x 58mm x19mm
Indikator	PWR, status LED, net status LED
<i>Voltage</i>	4.8~5.2 VDC
<i>Current</i>	50~450mA



Gambar2.10 *Board Buck Converter*

2.10 Board Buck Converter

Konverter penurun tegangan khusus yang menerapkan sistem SMPS (*Switching Mode Power Supply*). Ia adalah konverter dengan efisiensi yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan *power-supply* penurun tegangan biasa (sistem linier). Efisiensinya dapat mencapai lebih dari 90%.

Buck-Converter memanfaatkan sifat induktor terhadap guncangan listrik berfrekuensi tinggi dan bekerja dengan adanya denyut-denyut tegangan (sebagaimana layaknya SMPS). Karena itu di dalam sebuah rangkaian *buck-converter* selalu terdapat generator sinyal, transistor penguat, dioda, kondensator dan induktor. *Board Buck converter* dapat dilihat pada gambar 2.10.

Buck-Converter mengubah nilai tegangan masukan ke nilai tegangan keluaran yang lebih rendah. Nilai tegangan masukan yang dihasilkan dapat dihitung melalui persamaan dibawah ini:

$$V_o = D \times V_{in} \text{ -----(2.3)}$$

keterangan rumus:

V_o = Tegangan *Output* (V)

D = Duty Cycle

V_{in} = Tegangan *Input* (V)

2.11 Modem GSM Maestro 100

GSM Maestro 100 adalah modem GSM yang bisa dipakai untuk suara, data, faks dan SMS jasa. Ini juga mendukung GPRS *Class 10* untuk transfer data berkecepatan tinggi. Maestro 100 dapat dengan mudah dikontrol dengan menggunakan perintah AT untuk semua jenis operasi. Bentuk Modem GSM Maestro 100 seperti pada gambar 2.11.



Gambar2.11 Modem GSM Maestro 100

Karakteristik Modem GSM Maestro 100 yaitu sebagai berikut :

- a. Mendukung *AT Command* dan *SMS Gateway*
- b. Secara umum dapat digunakan bersama *Software SMS gateway*.
- c. Dapat digunakan untuk mengirim dan menerima *long SMS* (SMS dengan panjang karakter lebih dari 160 buah).
- d. Sanggup menangani transaksi terus menerus dalam waktu yang singkat.

2.12 Delphi7 [7]

Delphi merupakan Pemrograman Terintegrasi (*Integrate Development Environment / IDE*). Delphi bukan bahasa pemrograman, tetapi perangkat lunak yang menyediakan seperangkat alat (*tools*) untuk membantu pemrogram dalam menulis program komputer. Delphi menggunakan *Object Pascal* sebagai bahasa pemrogramannya. *Object Pascal* merupakan bahasa *Pascal* yang diberi tambahan kemampuan untuk menerapkan konsep-konsep OOP (*Object Oriented Programming*). Seluruh sintak *Object Pascal* menggunakan aturan yang ada di dalam *Pascal*, termasuk perintah-perintah dasar seperti *control structures*, *variables*, *array*, dan sebagainya.

Peralatan yang disediakan oleh Delphi memberikan kemudahan bagi pemrogram untuk membuat program secara *visual (visual programming)*. *Visual programming* adalah metoda dimana sebagian atau keseluruhan program dibuat dengan cara menggambarkan tampilan / hasil akhir dan kemudian meminta beberapa perangkat untuk membuat kode-kode program berdasarkan gambaran hasil akhir tersebut. Karena program yang dibuat di dalam Delphi berjalan di dalam sistem operasi *Windows* maka kegiatan program dilakukan berdasarkan metoda *event-driven programs*. *Event-driven programming* adalah metoda mengeksekusi kode program berdasarkan pesan (*messages / events*) yang diberikan oleh pemakai ataupun oleh sistem operasi atau program lainnya.

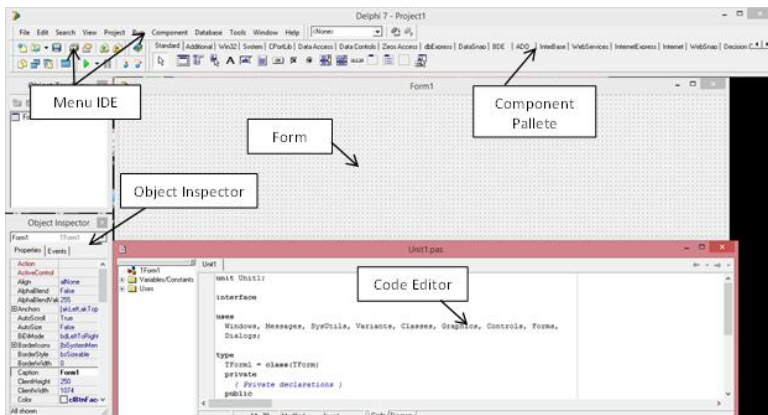
Sebagai contoh : apabila pemakai menekan tombol kiri *mouse* dan kemudian melepaskannya dengan cepat (kita mengenal itu sebagai klik) maka tindakan tersebut akan membuat aplikasi menerima pesan *mouse down* yang disertai dengan informasi tombol mana yang ditekan dan lokasi kursor saat klik dilakukan, tetapi apabila pemakai menekan tombol kiri *mouse* dan kemudian menggeser *mouse* tanpa melepaskan tombol kiri maka aplikasi akan menerima pesan *mouse move*.

Beberapa peralatan yang disediakan oleh Delphi dan cukup diketahui antara lain:

- a. *Code Editor*
- b. *Form*
- c. *Object Inspector*
- d. *Component palette*
- e. *Project Manager*
- f. *Watch List*
- g. *Compiler dan Linker*
- h. *Debugger*
- i. Dan sebagainya

Code Editor merupakan peralatan yang digunakan untuk menuliskan kode-kode program. *Code Editor* menyediakan sejumlah fasilitas penyuntingan (*editing*) seperti : *copy*, *cut*, *paste*, *find*, *replace*, dan sebagainya. *Code Editor* mengetahui apakah yang ditulis merupakan perintah *Object Pascal* atau bukan dan menampilkan tulisan sesuai dengan tipe / kelompok tulisan tersebut.

Gambar 2.12 menunjukkan Tampilan awal pada Delphi dan beberapa peralatan yang terdapat pada *toolbar*. Peralatan-peralatan tersebut digunakan sebagai sarana untuk memasukkan program ataupun membuat tampilan untuk aplikasi yang akan dibuat.



Gambar2.12 Tampilan Awal Software Delphi7

Form merupakan area dimana pemrogram meletakkan komponen-komponen *input* dan *output*. Delphi akan secara otomatis membuat kode-kode program untuk membuat dan mengatur komponen-komponen tersebut.

Component Pallete adalah peralatan yang menyediakan daftar komponen yang dapat digunakan oleh pemrogram. Komponen di dalam Delphi dibedakan menjadi dua macam, yaitu :

1. Komponen Visual
2. Komponen Non Visual

Komponen Visual adalah komponen yang memberikan tampilan tertentu pada saat dimasukkan ke dalam *form*, sedangkan komponen non-visual adalah komponen yang tidak memberikan tampilan tertentu saat dimasukkan ke dalam *form*. Komponen non-visual yang dimasukkan ke dalam *form* hanya ditampilkan sebagai sebuah kotak berisi simbol tertentu.

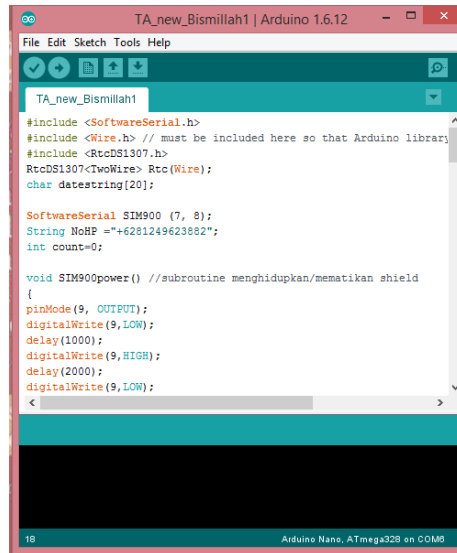
Object Inspector adalah peralatan yang digunakan untuk mengatur properti dari komponen yang ada di *form* termasuk properti *form*. *Object Inspector* memberi dua macam peralatan, yaitu :

1. Properties
2. Events

Peralatan Properties adalah peralatan yang digunakan untuk mengubah atau mengatur nilai-nilai dari properti komponen sedangkan Peralatan Events digunakan untuk membuat *event-handler*. *Event handler* adalah prosedur yang digunakan khusus untuk menanggapi satu *event / message* tertentu.

2.13 Arduino IDE [9]

Board Arduino dapat di program menggunakan *software open source* bawaan Arduino IDE. Arduino IDE adalah sebuah aplikasi *crossplatform* yang berbasis Bahasa pemrograman *Processing* dan *Wiring*. Arduino IDE di desain untuk mempermudah pemrograman dengan adanya kode editor yang dilengkapi dengan *syntax highlighting*, *brace matching*, dan indentasi otomatis untuk kemudahan pembacaan program, serta dapat melakukan proses *compile* dan *upload* program ke *board* dalam satu klik. Jendela Arduino IDE dapat dilihat pada Gambar 2.13.



Gambar2.13 Tampilan dari *Software* Arduino IDE

2.14 AT Command [8]

SMS adalah fasilitas yang dimiliki oleh jaringan GSM (*Global System for Mobile Communication*) yang memungkinkan untuk mengirimkan dan menerima pesan-pesan singkat. SMS ditangani oleh jaringan melalui suatu pusat layanan atau *SMS Service Center* yang berfungsi dan meneruskan pesan dari sisi pengirim ke sisi penerima. Di balik tampilan menu *message* pada sebuah modem, *phone* modem atau modul GSM sebenarnya terdapat *AT-Command* yang bertugas mengirim atau menerima data ke dan dari *SMS Center*. *AT-Command* merupakan standar *command* yang digunakan oleh komputer untuk berkomunikasi dengan modem, *phone* modem atau modul GSM. *AT-Command* berasal dari kata "*Attention Command*". Dengan menggunakan *AT-Command*, dapat diperoleh informasi mengenai modul GSM, melakukan *setting* modul GSM, mengirim SMS dan menerima SMS (untuk GSM modul), dan sebagainya. Beberapa *AT-Command* yang berhubungan dengan SMS dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Beberapa *AT-Command* 20

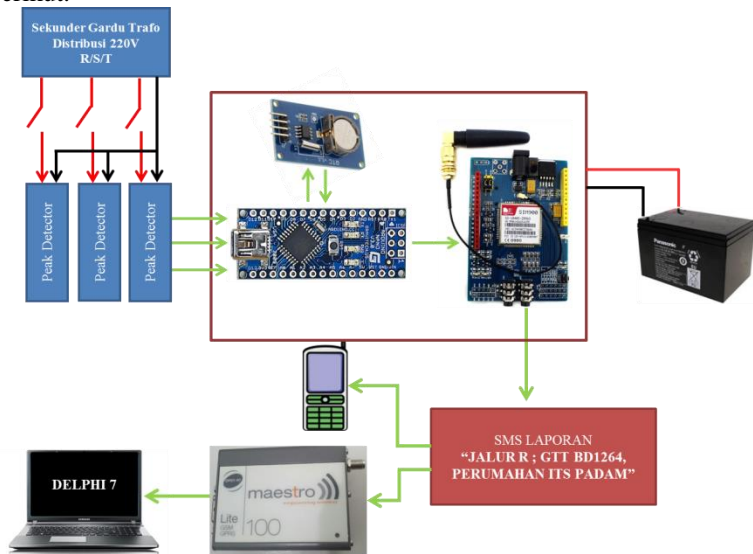
Command	Fungsi
AT	Awalan untuk semua perintah, mengecek apakah modul GSM telah terhubung
AT + CREG?A"0.1"	Mengulang konfirmasi modem apakah terhubung untuk jaringan GSM
AT+CMGF=1	Format SMS berupa pesan text
AT+CSCA="xxxx"	Untuk Setting pusat pesan sesuai <i>provider</i> yang digunakan
AT+CMGS	Instruksi untuk mengirim pesan
AT+CMGR	Instruksi untuk membaca pesan pada indeks tertentu
AT+CNMI	Intruksi untuk mengeset modem bila ada sms masuk secara otomatis
AT+CMGD	Instruksi untuk menghapus pesan SMS yang di memori modul GSM
AT+CMGL	Membuka semua daftar SMS yang ada pada SIM Card
AT+CPMS	Instruksi untuk pemilihan target memori
AT+CSMS	Instruksi untuk pemilihan layanan pesan

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB III

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Pada bab perancangan dan pembuatan alat ini akan membahas tentang pembuatan *hardware* dan *software* dari rangkaian alat pelapor padam listrik pada area gardu trafo distribusi. Pada alat ini terdapat rangkaian *Peak Detector* yang nantinya dihubungkan dengan *Board Arduino Nano* sebagai pengolah data dari *Peak Detector* dan RTC (*Real Time Clock*) serta SIM900 GSM/GPRS *Shield* sebagai media komunikasi dengan Aplikasi *Delphi7*. Rancang bangun dari rangkaian dan peletakkannya ditunjukkan oleh diagram fungsional pada gambar 3.1 berikut.



Gambar3.1 Diagram Fungsional Tugas Akhir

3.1 Perancangan *Hardware*

Adapun perangkat keras yang digunakan pada Tugas Akhir ini adalah Rangkaian *Peak Detector* dimana dibuat sebanyak tiga yang mewakili Fasa R, Fasa S dan Fasa T, *Board Arduino Nano*, RTC (*Real Time Clock*), SIM900 GSM/GPRS *Shield* dan Modem GSM.

3.1.1 Perancangan Rangkaian *Peak Detector*

Rangkaian *Peak Detector* adalah rangkaian yang terdiri dari hubungan seri sebuah dioda dengan kapasitor yang menghasilkan *output*, secara teori, berupa tegangan DC yang sama dengan amplitudo puncak (V_p) tegangan AC sebagai *input*.

Rangkaian *Peak Detector* yang digunakan untuk Tugas Akhir ini menggunakan transformator *step down* dengan *rating* 500mA sebagai *input* pada rangkaian *Peak Detector*. Dikarenakan Arduino Nano hanya mampu menerima tegangan maksimal 5V DC, maka untuk *peak detector* didesain *output* tegangannya tidak melebihi 5V DC. Sehingga untuk rangkaian *Peak Detector* ini *output* maksimalnya hanya ~2.75V DC. *Schematic* daripada rangkaian *Peak Detector* dapat dilihat pada gambar 3.2. Komponen yang digunakan pada satu rangkaian *Peak Detector* ini sebagai berikut:

- a. Transformator 500mA
- b. Dioda 1N4007
- c. Kapasitor 100 μ F
- d. Resistor 470 Ω (2 buah)
- e. LED Biru
- f. PTR (2 buah)

3.1.2 *Board Arduino Nano*

Arduino yang digunakan pada Tugas Akhir ini yaitu Arduino Nano dengan mikrokontroler ATmega328. Sumber untuk Arduino didapatkan dari *battery supply* sebesar 5V DC. Pin A0, A1 dan A2 tersambung dengan *output peak detector* dan resistor 220 Ω serta GND. Fungsinya supaya ketika kondisi *peak detector* OFF tegangan sisa langsung terbuang ke GND. Lalu pin A4 dan A5 menyambung dengan RTC pin 3 (SDA) dan pin 4 (SCL). Pin A7 tersambung dengan *Push Button* pin 2. Untuk pin digital D7, D8, dan D9 tersambung dengan pin SIM900. Pin D7 dan D8 digunakan untuk berkomunikasi antara Arduino Nano dengan SIM900. Sedangkan untuk D9 digunakan untuk *power ON/OFF* SIM900 secara *software*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat *schematic* daripada pin Arduino Nano yaitu pada gambar 3.3.

3.1.3 *Real Time Clock (RTC)*

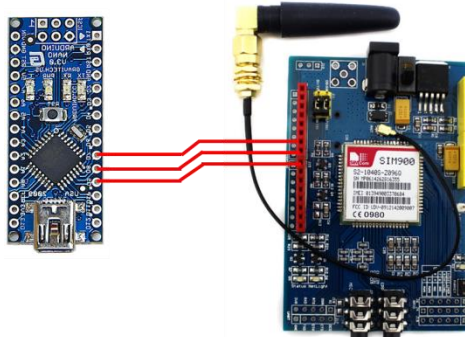
Modul RTC disambungkan dengan Pin A4 (SDA), A5 (SCL), +5V, dan GND pada Arduino Nano. Tipe RTC yang digunakan pada Tugas Akhir ini yaitu IC DS1307. RTC DS1307 menyediakan pewaktu dalam jam, menit, detik, hari, bulan dan tahun. *Schematic* dari DS1307 dapat dilihat pada gambar 3.4.

3.1.4 *SIM900 GSM/GPRS Shield*

SIM900 berfungsi sebagai modem GSM atau modem GPRS. Pada Tugas Akhir ini SIM900 yang digunakan yaitu sebagai modem GSM. Dimana ia difungsikan mengirimkan SMS laporan kepada operator dan petugas PLN. SIM900 yang digunakan adalah “SIMCOM SIM900 *QUAD BAND GSM/GPRS Shield* Arduino” dimana modul ini berbentuk *shield* dimana dapat terintegrasi langsung dengan Arduino Uno maupun Mega 2560. Karena pada Tugas Akhir ini menggunakan Arduino Nano, maka untuk *power* SIM900 diambil dari *battery supply* sebesar 5V DC. Dimana *supply* dari Aki sebesar 12V DC diturunkan terlebih dahulu menggunakan modul *DC to DC Converter*. Dalam hal ini yang digunakan yaitu *Buck Converter*, yangmana diatur dulu *duty cycle* nya sehingga didapat nilai *output* dari Buck Converter kurang lebih 5V DC. Setelah itu barulah tegangan bisa digunakan sebagai *power* SIM900.

Wiring pada Arduino Nano dengan SIM900 cukup menyambungkan tiga pin saja pada masing-masing komponen, yaitu pin D7, D8 dan D9 pada Arduino Nano dan SIM900. Pada Arduino Nano hanya memiliki satu dari setiap pin TX dan RX. Kedua pin tersebut digunakan untuk komunikasi data serial Arduino. Supaya tidak mengganggu dalam pengiriman data maka digunakanlah pin D7 dan D8 sebagai pengganti pin TX dan RX yang akan digunakan untuk berkomunikasi dengan SIM900.

Sedangkan untuk Pin D9 digunakan untuk *power* ON/OFF SIM900 yang diprogram secara *software* pada Arduino Nano. Hal itu mempermudah pengguna dalam menghidupkan SIM900 tanpa harus menekan tombol pemacu signal selama +2sekon. Untuk *wiring* dari Arduino Nano ke SIM900 dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar3.5 Wiring dari Arduino Nano ke SIM900

3.1.5 Rangkaian Modem GSM Maestro 100 dengan Laptop

Modem GSM Maestro 100 disini digunakan sebagai *receiver* SMS dari alat pelapor padam. Modem GSM ini dipasang menjadi satu dengan PC operator dan aplikasi pelaporan padam listrik. Rangkaian Modem GSM dengan Laptop dapat dilihat pada gambar 3.6.



Gambar3.6 Rangkaian Modem GSM dengan Laptop

3.1.6 Rangkaian *Battery Supply* menggunakan Aki

Pada Tugas Akhir ini digunakan *battery supply* yang mana fungsinya disini sebagai *supply* untuk SIM900 dan Arduino Nano. Untuk itu, digunakanlah Aki dengan Kapasitas 12V 7Ah. Namun dalam penggunaannya masih perlu adanya modifikasi supaya tegangan *output* dari Aki sesuai dengan kebutuhan setiap komponen.

Disini kami menambahkan komponen DC to DC Converter yangmana yang digunakan yaitu Modul LM2596 yang fungsinya sebagai penurun tegangan atau biasa disebut dengan *Buck Converter*. Spesifikasi daripada *Buck Converter* ini sendiri yaitu 3A dengan tegangan *input* 3.2V – 46V DC dan tegangan *output* DC 1.25 – 35V DC. Setelah tegangan *output* dari *Buck Converter* telah diatur maka *Battery Supply* siap digunakan. Rangkaian daripada *Battery Supply* dapat dilihat pada gambar 3.7.



Gambar3.7 Rangkaian *Battery Backup* sebagai *Power Supply*

3.2 Perancangan dan Pembuatan *Software*

Perancangan *software* di Tugas Akhir ini terbagi menjadi dua bagian yaitu pemrograman Arduino Nano pada Arduino IDE dan pembuatan *Software* HMI Pelaporan Padam Listrik pada *Delphi7*.

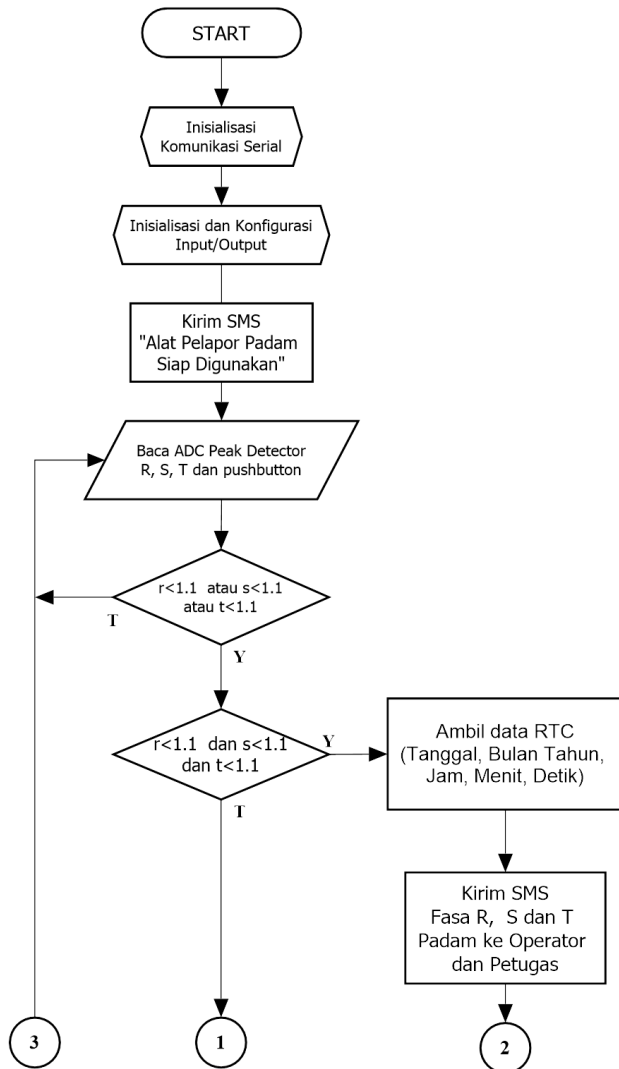
3.2.1. Pemrograman Pada Arduino IDE

Pemrograman untuk *hardware* Arduino Nano menggunakan program Arduino IDE. *Flowchart* dari pemrograman Arduino Nano dapat dilihat pada gambar 3.8a dan gambar 3.8b.

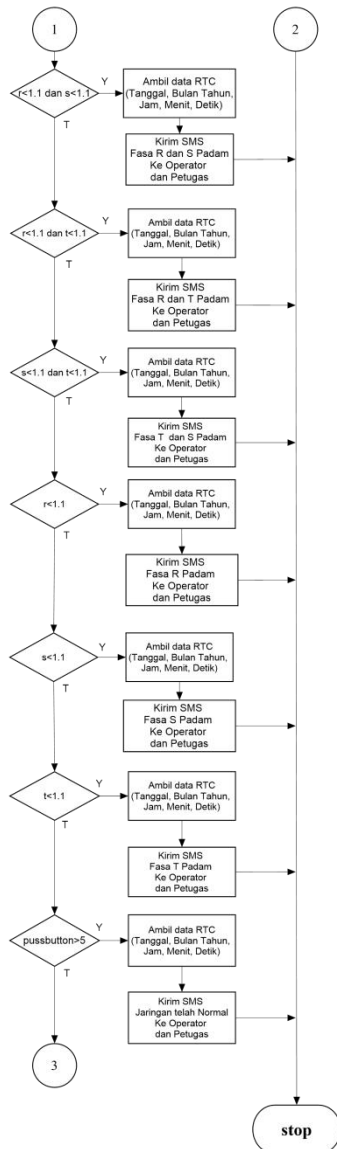
Berdasarkan *flowchart* pada gambar 3.8a dan gambar 3.8b penjelasan algoritma pada pemrograman Arduino Nano sebagai berikut:

1. Arduino Nano aktif lalu melakukan inisialisasi *software serial* yaitu pin D7 dan D8. Lalu inisialisasi *input/output* dimana variabel *input* meliputi *pushbutton* (A7), R (A2), S (A1), T (A0), RTC (SDA dan SCL). Sedangkan variabel *output* meliputi PowerSIM900 yaitu pin D9.
2. SIM900 ON lalu mengirimkan SMS “Alat Pelapor Padam Siap Digunakan” ke Operator.
3. Arduino membaca data ADC *Peak Detector* pada masing-masing fasa yaitu R, S dan T.
4. Lalu melakukan pengecekan apakah kondisi dari setiap fasa bernilai <1.1 . Jika $R < 1.1$, $S < 1.1$ dan $T < 1.1$ lakukan pengambilan data RTC. Setelah itu melakukan pengiriman SMS ke operator dan petugas bahwa fasa R, S, T Padam.
5. Lalu melakukan pengecekan apakah kondisi dari fasa R dan S bernilai <1.1 . Jika $R < 1.1$ dan $S < 1.1$ lakukan pengambilan data RTC dan pengiriman SMS ke operator dan petugas bahwa fasa R dan S Padam.

6. Lalu melakukan pengecekan apakah kondisi dari fasa R dan T bernilai <1.1 . Jika $R < 1.1$ dan $T < 1.1$ lakukan pengambilan data RTC dan pengiriman SMS ke operator dan petugas bahwa fasa R dan T Padam.
7. Lalu melakukan pengecekan apakah kondisi dari fasa S dan T bernilai <1.1 . Jika $S < 1.1$ dan $T < 1.1$ lakukan pengambilan data RTC dan pengiriman SMS ke operator dan petugas bahwa fasa S dan T Padam.
8. Lalu melakukan pengecekan apakah kondisi dari fasa R bernilai <1.1 . Jika $R < 1.1$ lakukan pengambilan data RTC dan pengiriman SMS ke operator dan petugas bahwa fasa R Padam.
9. Lalu melakukan pengecekan apakah kondisi dari fasa S bernilai <1.1 . Jika $S < 1.1$ lakukan pengambilan data RTC dan pengiriman SMS ke operator dan petugas bahwa fasa S Padam.
10. Lalu melakukan pengecekan apakah kondisi dari fasa T bernilai <1.1 . Jika $T < 1.1$ lakukan pengambilan data RTC dan pengiriman SMS ke operator dan petugas bahwa fasa T Padam.
11. Apabila *push button* bernilai lebih dari 5 maka Arduino akan memerintahkan SIM900 untuk mengirimkan SMS ke operator dan petugas bahwa jaringan telah normal kembali.
12. Setelah pengecekan selesai maka program akan kembali ke pembacaan data ADC.



Gambar3.8a Flowchart dari Pemrograman Arduino Nano



Gambar 3.8b Flowchart dari Pemrograman Arduino Nano

3.2.2. Pembuatan Software Pada Delphi7

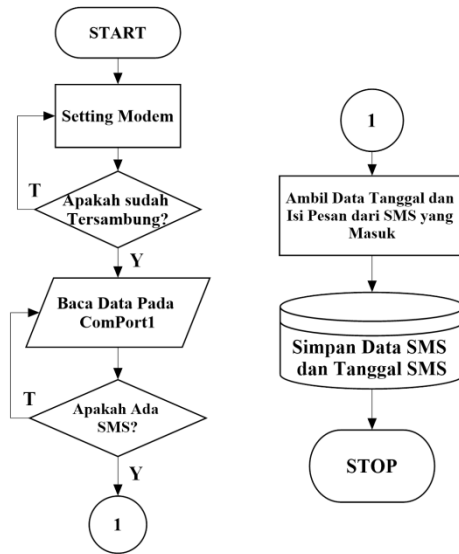
Delphi dapat digunakan untuk membuat tampilan HMI (*Human Machine Interface*). Tampilan HMI dapat dilihat pada gambar 3.9. *Flowchart* daripada pemrograman pada *Delphi7* dapat dilihat pada gambar 3.10.

No	Tanggal/Waktu	Isi Pesan
1	17/07/13,12:13:50	Jaka R. S. T. GTT BD1264. Pemusnahan ITS NORMAL
2	17/07/13,12:13:50	Jaka R. S. T. GTT BD1264. Pemusnahan ITS NORMAL
3	17/07/13,13:09:30	Jaka S. GTT BD1264. Pemusnahan ITS PADJANGDK.
4	17/07/13,13:09:30	Jaka S. GTT BD1264. Pemusnahan ITS PADJANGDK.

Gambar3.9 Tampilan HMI (*Human Machine Interface*) pada *Delphi7*

Berdasarkan *flowchart* pada gambar 3.10 dapat dijabarkan algoritmanya sebagai berikut.

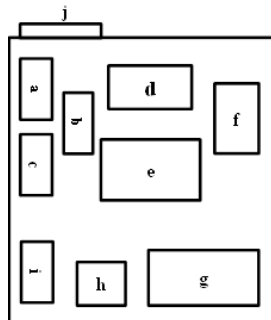
1. Saat program aktif yang dilakukan *user* pertama kali yaitu setting modem.
2. Delphi akan melakukan pengecekan, apabila modem telah tersambung maka akan dilakukan pembacaan pada ComPort1. Jika tidak maka tidak maka akan dilakukan setting ulang modem.
3. Ketika berhasil membaca data ComPort1 maka Delphi akan dilakukan pengecekan apakah ada SMS masuk? Jika ada maka lanjut pada ambil data tanggal dan isi pesan yang masuk ke aplikasi. Jika tidak maka dilakukan pengecekan lagi ada sms atau tidak.
4. Ketika data sms berhasil diambil maka akan tersimpan pada database. Dan program selesai.



Gambar3.10 Flowchart Pemrograman pada HMI Delphi7

3.3 Perancangan Mekanik

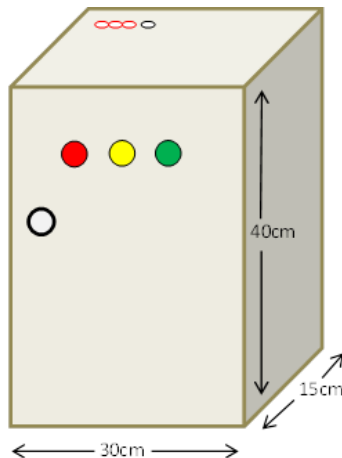
Pada Tugas Akhir ini, alat diletakkan didalam sebuah *Low Voltage* Panel. Panel dari Alat Pelapor Padam Listrik ini menggunakan bahan kayu dengan ukuran 40cm x 30cm dan tebal 15cm. Desain ini sendiri dibuat sedemikan rupa supaya pada penempatan alatnya rapi dan juga tidak terlalu menggunakan banyak ruang. Desain dari *LV* panel dan *Layout* penataannya dapat dilihat pada gambar 3.11 dan gambar 3.12.



Gambar3.11 Gambar *Layout* Penataan Komponen Alat

Keterangan gambar 3.11:

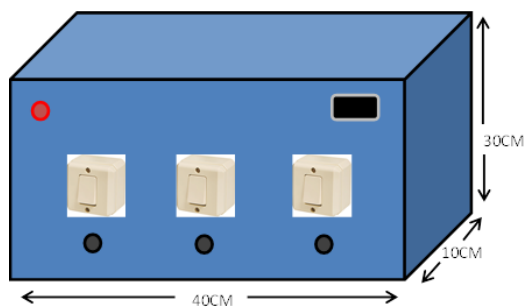
1. Transformator 500mA
2. Transformator 500mA
3. Transformator 500mA
4. Arduino Nano, SIM900 dan RTC *Shield*
5. Rangkaian *Peak Detector*
6. *DC to DC Converter*
7. Aki 12V 7Ah
8. Rangkaian *Automatic Charger*
9. Transformator 2A
10. Input AC



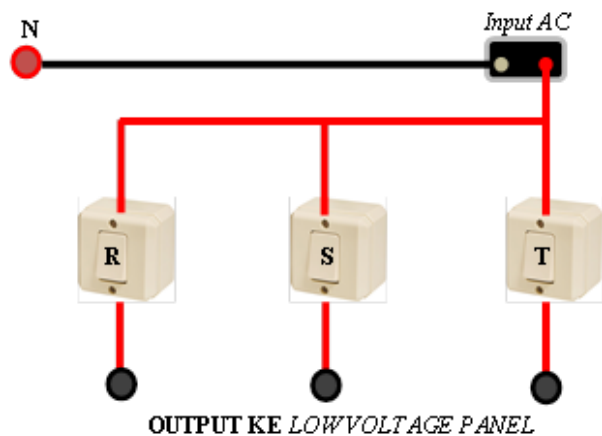
Gambar3.12 Desain *box* Alat Pelapor Padam Listrik

Pada *box* Alat pelapor Padam Listrik ini terdapat beberapa bagian yaitu pada sisi atas terdapat input banana jack dengan keterangan 3 *input* fasa dan 1 *input* netral. Bagian depan terdapat 3 lampu indikator yaitu untuk mewakili *line* R, S dan T.

Selain membuat *LV Panel*, dibuat pula *box* saklar dimana ia mewakili dari sisi sekunder trafo distribusi. *Box* Saklar sendiri terdiri dari 3 buah saklar yang dipasang seri dengan *bus building*, lalu terdapat satu *bus building* sebagai netral dan satu *input* AC. Desain dan *wiring* daripada *Box* Saklar dapat dilihat pada gambar 3.13a dan gambar3.13b.



Gambar3.13a Desain *Box Saklar*



Gambar3.13b Wiring dari *Box Saklar*

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB IV

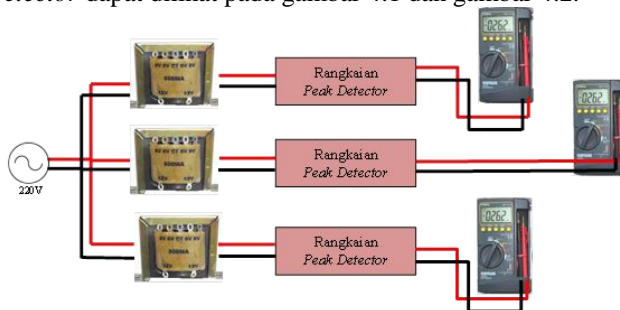
HASIL SIMULASI DAN IMPLEMENTASI

Untuk mengetahui kinerja dari peralatan dan pembuatan sistem yang telah dirancang dan direncanakan pada Bab III, untuk itu diperlukan pengujian dan analisa dari setiap komponen pendukung yang dibuat agar sistem dapat berjalan dengan baik sesuai dengan yang diharapkan. Pada bab ini akan membahas mengenai pengujian dan analisa data pada *hardware* dan *software* yang telah dibuat. Adapun bagian – bagian yang akan diuji pada alat ini adalah:

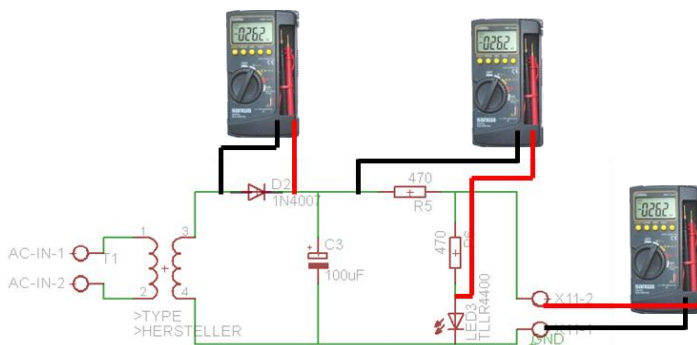
1. Pengujian Rangkaian *Peak Detector*
2. *Input/Output* Arduino Nano
3. RTC (*Real Time Clock*)
4. *Output Buck Converter*
5. Pengujian Pengujian Mode *Charge* dan *Uncharge* pada *Automatic Battery Charger Module*
6. Pengujian komunikasi dengan SIM900
7. Pengujian komunikasi dengan Modem GSM
8. Pengujian Alat keseluruhan

4.1 Pengujian Rangkaian *Peak Detector*

Rangkaian *Peak Detector* digunakan untuk mendeteksi ada atau tidaknya tegangan pada setiap fasa yang ada pada alat ini. Dalam pengujiannya, *input* rangkaian *Peak Detector* disambungkan dengan tegangan PLN sebesar 220V. Lalu dilakukan pengukuran tegangan menggunakan AVO meter pada sisi *input* dan *output* dari rangkaian *Peak Detector*. Skema pengujian dan titik pengukuran pada rangkaian *Peak Detector* dapat dilihat pada gambar 4.1 dan gambar 4.2.



Gambar4. 1 Pengujian Rangkaian *Peak Detector*



Gambar4. 2 Titik Pengukuran pada Rangkaian *Peak Detector*

Pengujian pada Rangkaian *Peak Detector* ini dilakukan dengan dua kondisi yaitu, kondisi bertegangan (ON) dan kondisi tidak bertegangan (OFF). Hasil pengujian dari *Peak Detector* dapat dilihat pada tabel 4.1 dan tabel 4.2.

Tabel 4.1 Pengujian Peak Detector Kondisi Bertegangan/ON

	KONDISI ON		
	<i>Peak Detector</i> Fasa R (Volt)	<i>Peak Detector</i> Fasa S (Volt)	<i>Peak Detector</i> Fasa T (Volt)
V LED	2.73	2.74	2.88
V Rs	2.29	2.28	2.24
V Dioda	7.30	7.29	7.36

Tabel 4.2 Pengujian Peak Detector Kondisi Tidak Bertegangan/OFF

	KONDISI OFF		
	<i>Peak Detector</i> Fasa R (Volt)	<i>Peak Detector</i> Fasa S (Volt)	<i>Peak Detector</i> Fasa T (Volt)
V LED	2.50 (terus menurun)	2.54 (terus menurun)	2.56 (terus menurun)
V Rs	0	0	0
V Dioda	2.50 (terus menurun)	2.54 (terus menurun)	2.56 (terus menurun)

Untuk kondisi tidak bertegangan/OFF tegangan pada LED dan Dioda pada awalnya menunjukkan seperti tabel 4.2. Namun nilai tegangan tersebut terus mengalami penurunan secara bersamaan hingga mencapai angka 0V kurang lebih selama 2 menit. Hal itu dikarenakan adanya pengosongan kapasitor sehingga mengakibatkan Dioda dan LED masih bertegangan walaupun kondisi rangkaian tidak dialiri sumber tegangan.

4.2 Input/Output Arduino Nano

Pengujian ini dilakukan terhadap *Board* Arduino Nano yakni untuk mengetahui bahwa kondisi Arduino Nano dapat digunakan dengan baik. Pengujian Arduino ini dilakukan dengan cara memberikan perintah *HIGH* dan *LOW* atau logika 1 atau 0 pada setiap pin Arduino. Lalu setelah itu dilakukan pengukuran pada setiap pin Arduino dengan cara menghubungkan *probe* positif ke setiap pin dan *probe* negatif ke pin GND. Skema pengujian dan hasil pengujian dari *Board* Arduino Nano dapat dilihat pada gambar 4.3 dan tabel 4.3 serta tabel 4.4.



Gambar4. 3 Pengujian *Board* Arduino Nano

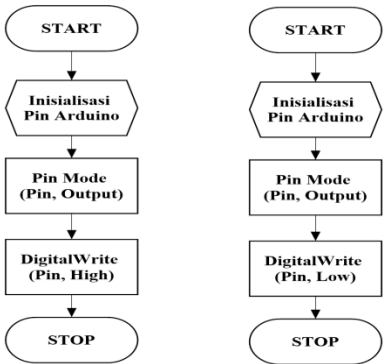
Tabel 4.3 Hasil Pengujian dengan Perintah *HIGH*

No	Pin	Vout (V)	No	Pin	Vout (V)
1.	A0	5.08	12.	D4	5.08
2.	A2	5.08	13.	D5	5.08
3.	A3	5.08	14.	D6	5.08
4.	A4	5.08	15.	D7	5.08
5.	A5	5.08	16.	D8	5.08
6.	A6	5.08	17.	D9	5.08
7.	A7	5.08	18.	D10	5.08
8.	D0	5.08	19.	D11	5.08
9.	D1	5.08	20.	D12	5.08
10.	D2	5.08	21.	D13	5.08
11.	D3	5.08			

Tabel 4.4 Hasil Pengujian dengan Perintah *LOW*

No	Pin	Vout (V)	No	Pin	Vout (V)
1.	A0	0	12.	D4	0
2.	A2	0	13.	D5	0
3.	A3	0	14.	D6	0
4.	A4	0	15.	D7	0
5.	A5	0	16.	D8	0
6.	A6	0	17.	D9	0
7.	A7	0	18.	D10	0
8.	D0	0	19.	D11	0
9.	D1	0	20.	D12	0
10.	D2	0	21.	D13	0
11.	D3	0			

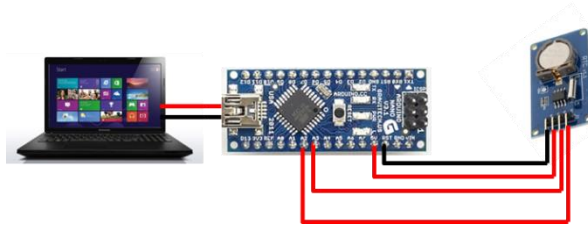
Flowchart daripada perintah yang diberikan untuk *Board* Arduino dapat dilihat pada gambar 4.4



Gambar4. 4 *Flowchart* Pengujian I/O Arduino Nano

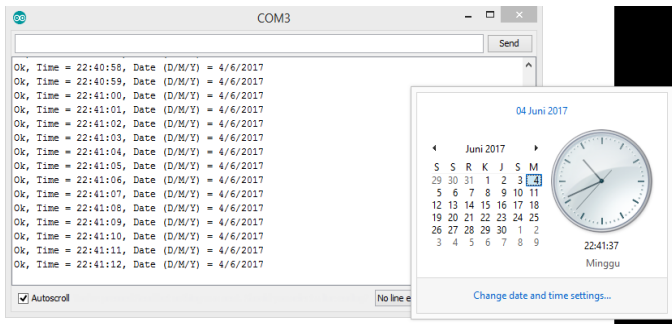
4.3 Pengujian RTC (*Real Time Clock*)

Pada pengujian RTC kali ini, dipergunakan perbandingan waktu antara RTC dengan Laptop. Pada hal ini RTC akan diberikan program melalui Arduino, lalu nilai waktu di ambil sebanyak 6 kali baik waktu pada RTC maupun Lapotp sebagai pembandingnya. Skema pengujian RTC dapat dilihat pada gambar 4.5.

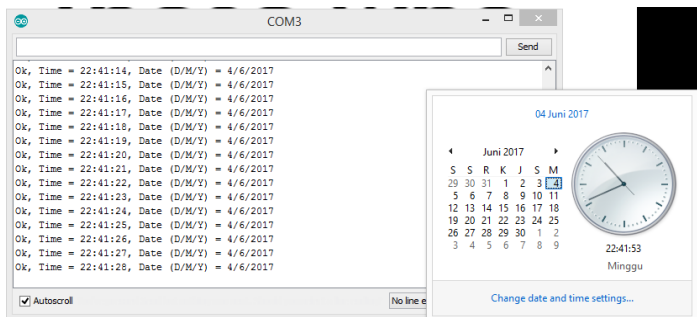


Gambar4. 5 Pengujian RTC (*Real Time Clock*)

Hasil daripada pengujian RTC ditampilkan pada serial monitor Arduino lalu dibandingkan dengan penampil waktu pada Laptop. Hasil pengujian RTC selengkapnya dapat dilihat pada gambar 4.6 (a) dan (b). Untuk penjabaran data telah dirangkum pada tabel 4.5.



(a)



(b)

Gambar4. 6 Perbandingan Antara Waktu dari RTC dengan Laptop

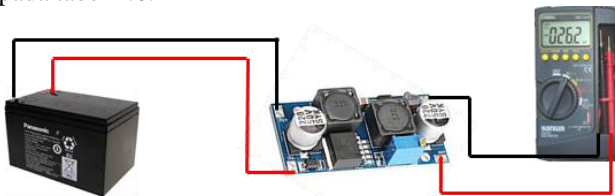
Tabel 4.5 Hasil Pengujian RTC

No.	Tampilan Serial Monitor	Tampilan Komputer	Selisih
1.	22:41:12	22:41:37	25s
2.	22:41:28	22:41:53	25s
3.	22:42:06	22:42:31	25s
4.	22:42:18	22:42:43	25s
5.	22:42:34	22:42:59	25s
6.	22:42:48	22:43:12	25s

Berdasarkan tabel 4.5 diperoleh nilai *error* setiap data yaitu 25s. Dan waktu pada laptop lebih cepat daripada waktu pada RTC. Hal yang demikian terjadi dikarenakan *update* waktu pada laptop yang disinkronisasikan dengan *InternetTime* tidak sama dengan waktu pada RTC sehingga ada selisih detik yang mengakibatkan perbedaan waktu tersebut.

4.4 Pengujian Buck Converter

Pengujian *Buck Converter* ini dilakukan dengan cara menghubungkan probe positif dan negatif AVO ke pin *output* positif dan negatif *Buck Converter*. Untuk sumbernya menggunakan Aki dengan tegangan sebesar 12V DC. Pada modul *Buck Converter* ini untuk menentukan besar kecilnya *output* yang keluar kita perlu memutar *multitone* yang fungsinya untuk mengatur besarnya *duty cycle* sehingga keluaran tegangannya sesuai yang kita inginkan. Skema pengujian *Buck Converter* dapat dilihat pada gambar 4.7. Dan hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.6.



Gambar4. 7 Pengujian *Buck Converter*

Pada tabel 4.6 terdapat *duty cycle* dimana dalam perhitungannya dapat menggunakan persamaan 2.3. Dari tabel diatas dapat kita lihat bahwa nilai *output* minimum untuk *Buck Converter* yang digunakan yaitu 1.25V dan nilai *output* maksimumnya 11.32V. Dan untuk kerja daripada *Buck Converter* ini sendiri untuk mendapatkan nilai *output* 5.00 *duty cycle* diatur hingga ~42%.

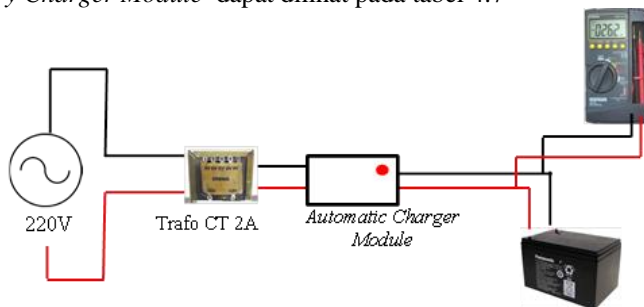
Tabel 4.6 Hasil Pengukuran *Output Buck Converter*

Vin (Volt)	Vout (Volt)	Duty Cycle (%)
12	1.25	10
	1.36	11
	1.50	12.5
	1.70	14.1
	2.04	17
	2.53	21
	3.05	25.4
	3.50	29.1
	4.03	33.5
	4.55	37.9
	5.00	41.6
	6.01	50
	7.08	59
	8.07	67.2
	9.05	75.4
	10.01	83.4
	10.23	85.2
	10.78	89.8
	11.12	92.6
	11.20	93.3
	11.32	94.3

4.5 Pengujian Mode Charge dan Uncharge pada Automatic Battery Charger Module

Pada sub bab ini akan dilakukan pengujian mode *charge* dan *uncharge* pada *Automatic Battery Charger Module*. Modul ini berfungsi untuk mengisi Aki Supply 12V, 7Ah dengan menambahkan transformator 2A. Pengujian kali ini dilakukan yakni mengecek kondisi modul *Automatic Battery Charger* pada saat mode *charge* dan mode *uncharge*. Pada modul terdapat indikator pengisian berupa LED Merah. Ketika modul kondisi mengisi baterai, LED merah akan menyala, diam. Namun ketika kondisi modul sudah tidak mengisi maka LED merah akan nyala, berkedip.

Untuk pengujian dilakukan dengan cara menghubungkan *probe* positif dan negatif AVO dihubungkan ke *output* modul yang telah dihubungkan ke Aki. Lalu dilakukan pengukuran tegangan dan pengamatan kondisi LED pada modul ketika mode *charge* dan *uncharge*. Skema daripada pengujian *Automatic Battery Charger Module* dapat dilihat pada gambar 4.8. Hasil pengujian *Automatic Battery Charger Module* dapat dilihat pada tabel 4.7



Gambar4. 8 Skema Pengujian Mode *Charge* dan *Uncharge*, *Automatic Battery Charger Module*

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Pengujian Mode *Charge* dan *Uncharge*, *Automatic Battery Charger Module*

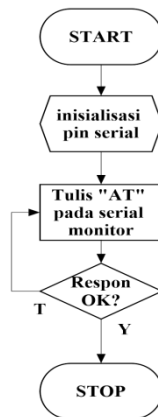
Output Aki (V)	Kondisi Led Merah	Keterangan
11.90	Nyala, diam	<i>Charging</i>
12.03	Nyala, kedip	<i>Uncharging</i>
13.30	Nyala, kedip	<i>Uncharging</i>

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa kerja daripada *Automatic Battery Charger Module* yaitu akan menjadi mode *charge* yaitu ketika kondisi tegangan batrai dibawah 12.03V. Dan modul akan menjadi mode *uncharge* ketika kondisi tegangan batrai diatas 12.03. Pada kondisi ini tegangan pada *output* batrai akan sama dengan tegangan *output* modul.

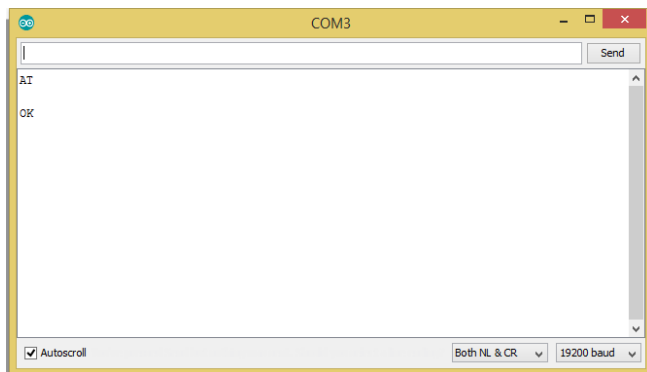
4.6 Pengujian Komunikasi dengan SIM900

Pada pengujian ini akan dilakukan pengujian komunikasi antara Arduino dengan SIM900. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah SIM900 telah tersambung dengan Arduino. Selain itu untuk menguji waktu pengiriman sms.

Pada pengujian kali ini, tahap pertama dilakukan pemberian program kepada Arduino seperti pada *flowchart* 4.9 yakni untuk mengecek apakah SIM900 telah tersambung dengan Arduino. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.10 yaitu respon SIM900 setelah diberi program.



Gambar4. 9 *Flowchart* Program SIM900

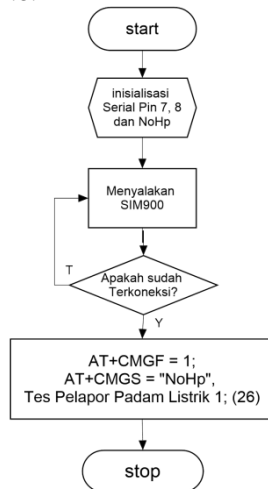


Gambar4. 10 Hasil Tes Komunikasi pada SIM900 dengan Arduino

4.6.1 Pengujian Lama Pengiriman SMS

Pengujian pengiriman SMS ini dilakukan supaya kita tahu berapa rata-rata lama waktu pengiriman SMS dengan menggunakan SIM900 sebagai *host*. Pengujian kali ini digunakan *provider* Indosat sebagai pengirim yakni pada SIM900 dan *provider* Indosat juga sebagai penerima SMS pada modem GSM yang tersambungkan dengan *hyperterminal*. Uji lama pengiriman SMS ini dilakukan sebanyak 4 kali, yaitu dengan mengirimkan SMS dari SIM900 ke Modem GSM.

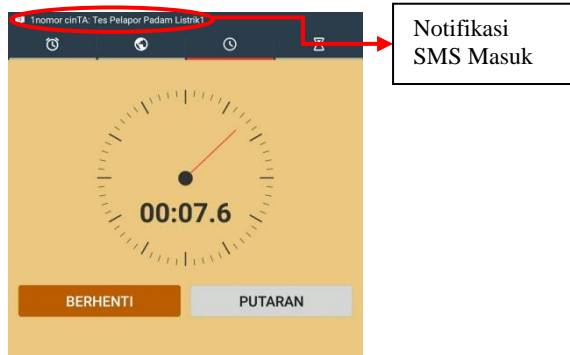
Pengujian ini dilakukan dengan cara memberikan program AT Command pengiriman SMS melalui Arduino kepada SIM900 lalu diberi pewaktu mulai dari eksekusi awal program hingga berhasil pengiriman SMS. *Flowchart* program pengiriman SMS dapat dilihat pada gambar 4.11. Hasil daripada pengujian lama pengiriman SMS dapat dilihat pada gambar 4.12 dan tabel 4.8.



Gambar4. 11 *Flowchart* Program Pengiriman SMS dengan SIM900

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Lama Pengiriman SMS

Pengujian ke	Lama SMS
1	8.2 detik
2	7.2 detik
3	6.8 detik
4	7.6 detik



Gambar4. 12 Detik ketika SMS masuk ke HP

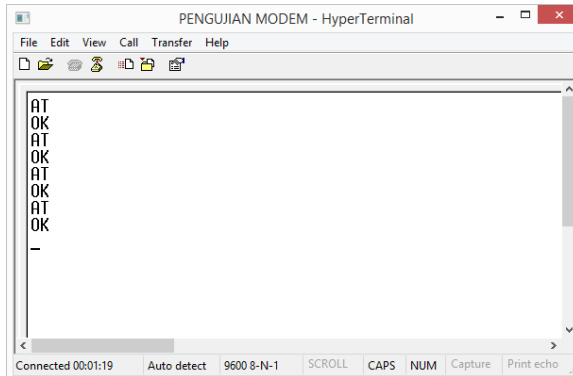
Berdasarkan pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa mulai dari pembacaan program awal hingga proses pengiriman SMS membutuhkan rata-rata 7 detik. Hal tersebut bisa saja lebih dari 7 detik, tergantung dari signal yang ditangkap oleh SIM900 dan *provider*.

4.7 Pengujian Komunikasi dengan Modem GSM

Pengujian pertama modem GSM adalah tes koneksi dengan *hyperterminal* untuk memastikan modem dapat berfungsi untuk menerima sms. Pada pengujian komunikasi Modem GSM ini diperlukan peralatan yaitu Laptop dengan software Hyperterminal, lalu modem GSM, kabel *USB to Serial RS232*, kabel *Converter ds15 to ds9* dan *power supply 12V*.

Modem GSM disambungkan menggunakan kabel *converter ds15 to ds9* lalu disambungkan dengan kabel *USB to Serial RS232* ke PC untuk melakukan komunikasi melalui *hyperterminal*. Tes koneksi *hyperterminal* dengan Modem GSM menggunakan perintah AT.

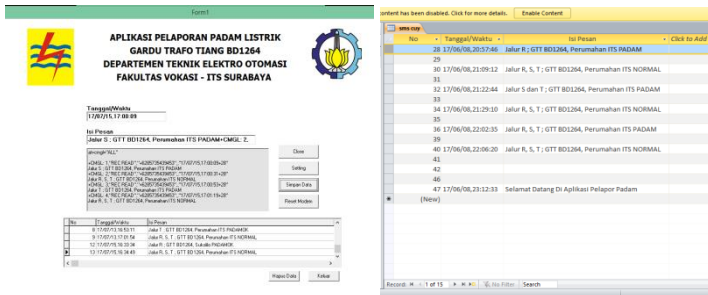
Untuk melakukan tes koneksi, buka software *hyperterminal*, lalu masukkan judul koneksi setelah itu atur *setup* modem pada *Setup Dialog*. Pilih *baut rate* sampai dengan *flowcontrol*, untuk mempermudah set pada setelan *default*. Jika sudah, akan muncul kotak dialog kosong dari *hyperterminal*. Untuk mengecek apakah koneksi kita sudah tersambung yaitu dengan cara menuliskan 'AT' pada kotak dialog lalu *Enter*. Jika ada respon 'OK' itu berarti koneksi modem dengan PC telah tersambung. Contoh tampilannya dapat dilihat pada gambar 4.13.



Gambar4. 13 Pengujian Modem GSM pada Hyperterminal

4.8 Pengujian Pembacaan SMS dan Penyimpanan (*Database*) Pada *Software Delphi7*

Pada sub bab ini akan diuji tentang pembacaan SMS dan penyimpanan ke *Database* pada *software Delphi7*. Pada pengujian kali ini dibutuhkan seperangkat modem GSM dan *software Delphi7*. Tahap Pertama yang dilakukan yaitu mengirim SMS ke Modem lalu dilakukan pembacaan SMS dengan *software* yang telah dibuat pada *Delphi*. Tahap kedua yaitu pesan yang telah berhasil terbaca akan tampil pada *software* dan otomatis akan tersimpan pada *Database*. Hasil daripada pengujian dapat dilihat pada gambar 4.14 berikut.



(a)

(b)

Gambar4. 14 Hasil pengujian *software Delphi7* dalam pembacaan SMS dan Penyimpanan pada *Database*

4.9 Pengujian Keseluruhan Alat

Pada sub bab ini akan membahas tentang pengujian keseluruhan sistem dari Alat Pelapor Padam Listrik. Pengujian keseluruhan sistem ini meliputi pengambilan data kondisi padam suatu *line*. Kemudian diambil waktu padam dan waktu normal setelah padam, serta dilakukan penghitungan nilai SAIDI SAIFI berdasarkan persamaan 2.1 dan 2.2.

Untuk membantu perhitungan SAIDI SAIFI, kami mengambil data dari salah satu gardu trafo distribusi di daerah perumahan ITS yaitu GTT (Gardu Trafo Tiang) BD1264. Dimana GTT tersebut mensupply sebanyak 46 pelanggan, dimana terdiri dari 4 pelanggan Bisnis Menengah dan 42 Pelanggan Rumah Tangga. Karena keterbatasannya data, dari total pelanggan GTT BD1264 dibagi menjadi tiga. Sehingga jumlah pelanggan setiap fasa dianggap seimbang.

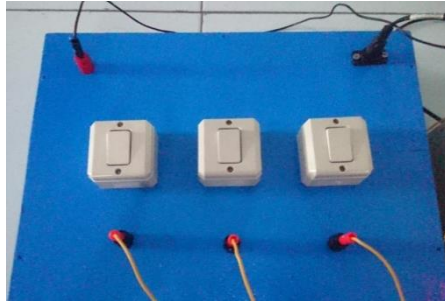
Pengambilan data keseluruhan alat dilakukan sebanyak tiga kali dimana meliputi kondisi padam 1 fasa, 2 fasa dan 3 fasa. Hasil daripada pengujian dapat dilihat pada gambar – gambar dibawah ini.

4.9.1 Pengujian dengan Kondisi *line* Normal

Pada saat pertama kali sistem dinyalakan akan ada SMS pemberitahuan kepada Petugas yang isinya “Alat Pelapor Padam Listrik Telah Siap Digunakan”. Ketika jaringan kondisi normal maka ketiga lampu akan menyala. Untuk lebih jelasnya seperti gambar 4.15 (a) dan gambar 4.15 (b).



(a)



(b)



(c)



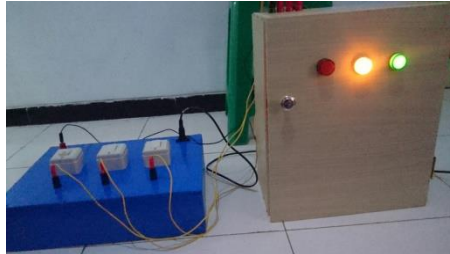
(d)

Gambar4. 15 Alat Pelapor Padam dalam Kondisi Normal

Dari gambar 4.15 (d) bisa dilihat bahwa untuk eksekusi, mulai dari awal program hingga pengiriman SMS membutuhkan 22 detik. Waktu tersebut bisa bertambah lama, tergantung daripada kekuatan signal *provider* yang digunakan.

4.9.2 Pengujian dengan Kondisi 1 *Line* Padam

Pada kondisi ini dipilih *line* R untuk pengambilan data. Pengujian *line* R dapat dilihat pada gambar 4.16, gambar 4.17 dan gambar 4.18. Berikut hasilnya :



(a)



(b)



(c)

Gambar4. 16 Kondisi *Line* R Padam



Gambar4. 17 Tampilan SMS pada HP Petugas

Form1



APLIKASI PELAPORAN PADAM LISTRIK
GARDU TRAF0 TIANG BD1264
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO OTOMASI
FAKULTAS VOKASI - ITS SURABAYA



Tanggal/Waktu
17/06/08,20:57:46

Isi Pesan
Jalur R : GTT BD1264, Perumahan ITS PADAMOK

Setting Close

at+cmgr=1
+CMGR: "REC READ","+6285735439453","17/06/08,20:57:46+28"
Jalur R : GTT BD1264, Perumahan ITS PADAM
OK

No	Tanggal/Waktu	Isi Pesan
28	17/06/08,20:57:46	Jalur R : GTT BD1264, Perumahan ITS PADAMOK

Hapus Data Keluar

(a)

No	Tanggal/Waktu	Isi Pesan
28	17/06/08,20:57:46	Jalur R : GTT BD1264, Perumahan ITS PADAMOK
29		
30	17/06/08,21:09:12	Jalur R, S, T ; GTT BD1264, Perumahan ITS NORMAL

(b)

Gambar4. 18 Hasil Pengambilan Data Dengan *Software Delphi*

Berdasarkan data pada gambar 4.18(b) yang didapatkan dari waktu listrik padam tercatat pada pukul 20:57:46 WIB. Sedangkan waktu jaringan kembali Normal tercatat pada pukul 21:09:12 WIB. Dari data diatas didapatkan durasi lama waktu padam *line* R selama 11 menit 26 detik. Untuk jumlah pelanggan fasa R yaitu sebanyak 15 pelanggan. Sehingga dari data yang telah didapatkan, nilai SAIDI bisa diolah dengan menggunakan persamaan (2.1).

Perhitungan SAIDI dijabarkan sebagai berikut:

$$SAIDI = \frac{\Sigma \text{Pelanggan Padam} \times \text{Lama Padam}}{\text{Total Pelanggan}}$$

$$\text{Lama Padam} = \frac{(11 \times 60 \text{ detik}) + 26}{3600} = 0,19 \text{ jam}$$

$$SAIDI = \frac{15 \times 0,19}{46}$$

$$SAIDI = 0,061 \text{ jam/pelanggan/bulan}$$

Dari perhitungan diatas diperoleh nilai SAIDI sebesar 0,061 jam/pelanggan/bulan. Karena simulasi padam untuk *line* R hanya dilakukan satu kali percobaan, maka nilai SAIFI dari *line* R didapatkan melalui persamaan (2.3) dan dijabarkan sebagai berikut:

$$SAIFI = \frac{\Sigma \text{Pelanggan Padam} \times \text{Frekuensi Padam}}{\text{Total Pelanggan}}$$

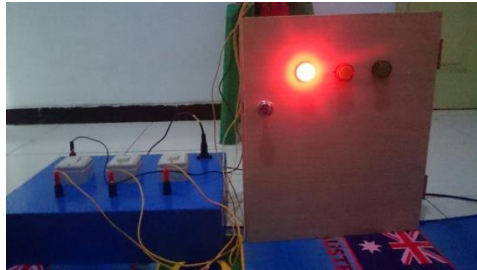
$$SAIFI = \frac{15 \times 1}{46}$$

$$SAIFI = 0,32 \text{ kali/pelanggan/bulan}$$

Dari perhitungan diatas, sehingga didapatkan nilai SAIDI dan SAIFI dari *line* R yaitu untuk nilai SAIDI sebesar 0,061 jam/pelanggan/bulan dan nilai SAIFI sebesar 0,32 kali/pelanggan/bulan.

4.9.3 Pengujian dengan Kondisi 2 *Line* Padam

Pada pengujian ini akan dilakukan pemadaman pada 2 *line* yang berbeda secara bersamaan. Pada pengujian kali ini, pemadaman dilakukan pada *line* S dan *line* T. Untuk mendapatkan kondisi padam 2 *line* bersamaan maka pemadaman dilakukan diawal waktu sebelum alat menyala. Hal ini dilakukan untuk menghindari Arduino membaca 1 *line* yang mengalami padam. Hasil percobaan dapat dilihat pada gambar 4.19 sampai 4.21. Berikut hasil percobaan dengan pemadaman sebanyak 2 *line*.



(a)



(b)



(c)

Gambar4. 19 Kondisi *line S* dan *line T* Padam



Gambar4. 20 Tampilan SMS pada HP Petugas

Form1



**APLIKASI PELAPORAN PADAM LISTRIK
GARDU TRAFU TIANG BD1264
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO OTOMASI
FAKULTAS VOKASI - ITS SURABAYA**



Tanggal/Waktu
17/06/08,21:29:10

Isi Pesan
Jalur R, S, T ; GTT BD1264, Perumahan ITS NORMAL

Setting Close

at+cmgr=7
+CMGR:"REC READ";+6295735439453";"17/06/08,21:29:10+28"
Jalur R, S, T ; GTT BD1264, Perumahan ITS NORMAL
OK

No	Tanggal/Waktu	Isi Pesan
28	17/06/08,20:57:46	Jalur R ; GTT BD1264, Perumahan ITS PADAMOK
29		
30	17/06/08,21:09:12	Jalur R, S, T ; GTT BD1264, Perumahan ITS NORMAL
31		
32	17/06/08,21:22:44	Jalur S dan T ; GTT BD1264, Perumahan ITS PADAM
33		
34	17/06/08,21:29:10	Jalur R, S, T ; GTT BD1264, Perumahan ITS NORMAL

Hapus Data Keluar

(a)

No	Tanggal/Waktu	Isi Pesan
28	17/06/08,20:57:46	Jalur R ; GTT BD1264, Perumahan ITS PADAMOK
29		
30	17/06/08,21:09:12	Jalur R, S, T ; GTT BD1264, Perumahan ITS NORMAL
31		
32	17/06/08,21:22:44	Jalur S dan T ; GTT BD1264, Perumahan ITS PADAM
33		
34	17/06/08,21:29:10	Jalur R, S, T ; GTT BD1264, Perumahan ITS NORMAL

(b)

Gambar4. 21 Hasil Pengambilan Data Dengan Software Delphi

Berdasarkan data yang didapatkan pada gambar4.21(b), waktu padam listrik tercatat pada pukul 21:22:44 WIB. Sedangkan waktu listrik kembali normal tercatat pada pukul 21:29:10 WIB. Dari data diatas didapatkan durasi lama waktu padam *line* R selama 6 menit 25 detik. Untuk jumlah pelanggan fasa S dan fasa T yaitu sebanyak 31 pelanggan. Sehingga dari data yang telah didapatkan, nilai SAIDI bisa diolah dengan menggunakan persamaan (2.1).

Penjabaran daripada perhitungan SAIDI yaitu sebagai berikut:

$$SAIDI = \frac{\Sigma \text{Pelanggan Padam} \times \text{Lama Padam}}{\text{Total Pelanggan}}$$

$$\text{Lama Padam} = \frac{(6 \times 60 \text{ detik}) + 26}{3600} = 0,10 \text{ jam}$$

$$SAIDI = \frac{31 \times 0,10}{46}$$

$$SAIDI = 0,067 \text{ jam/pelanggan/bulan}$$

Dari perhitungan diatas diperoleh nilai SAIDI untuk *line S* dan *line T* sebesar 0,067 jam/pelanggan/bulan. Karena simulasi padam untuk *line S* dan *line T* hanya dilakukan satu kali percobaan, maka nilai SAIFI dari *line S* dan *line T* didapatkan melalui persamaan (2.3) dan dijabarkan sebagai berikut:

$$SAIFI = \frac{\Sigma \text{Pelanggan Padam} \times \text{Frekuensi Padam}}{\text{Total Pelanggan}}$$

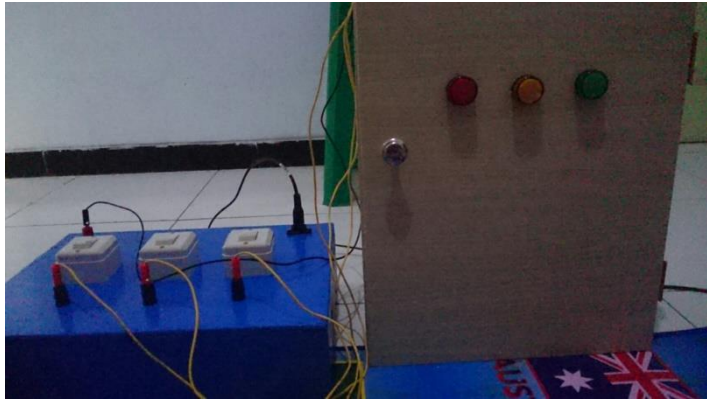
$$SAIFI = \frac{31 \times 1}{46}$$

$$SAIFI = 0,67 \text{ kali/pelanggan/bulan}$$

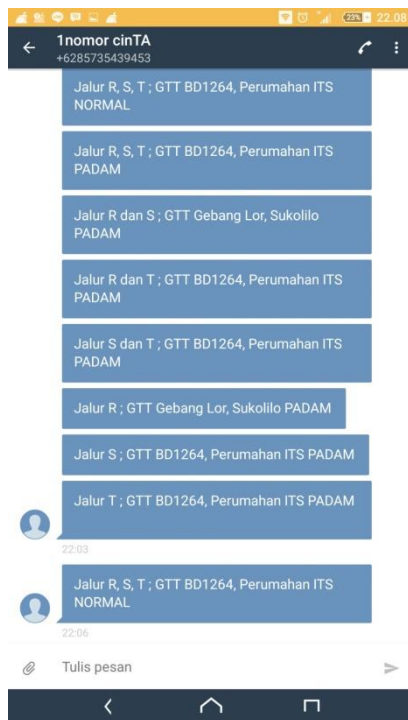
Dari perhitungan diatas, sehingga didapatkan nilai SAIDI dan SAIFI dari *line S* dan *line T* yaitu untuk nilai SAIDI sebesar 0,067 jam/pelanggan/bulan dan nilai SAIFI sebesar 0,67 kali/pelanggan/bulan.

4.9.4 Pengujian dengan Kondisi 3 Line Padam

Pada pengujian ini akan dilakukan pemadaman pada 3 *line* yang berbeda secara bersamaan. Pada pengujian kali ini, pemadaman dilakukan pada *line R*, *S* dan *T*. Untuk mendapatkan kondisi padam 3 *line* secara bersamaan maka pemadaman dilakukan diawal waktu sebelum alat menyala. Hasil percobaan dapat dilihat pada gambar 4.22 sampai 4.24.



Gambar4. 22 Kondisi *line* R, S dan T Padam



Gambar4. 23 Tampilan SMS pada HP Petugas

(a)

No	Tanggal/Waktu	Isi Pesan
31		
32	17/06/08,21:22:44	Jalur S dan T : GTT BD1264, Perumahan ITS PADAM
33		
34	17/06/08,21:29:10	Jalur R, S, T : GTT BD1264, Perumahan ITS NORMAL
35		
36	17/06/08,22:02:35	Jalur R, S, T : GTT BD1264, Perumahan ITS PADAM
37		
38	17/06/08,22:06:20	Jalur R, S, T : GTT BD1264, Perumahan ITS NORMAL

(b)

Gambar4. 24 Hasil Pengambilan Data dengan Software Delphi

Berdasarkan data yang didapatkan, pada gambar 4.24(b) waktu padam listrik tercatat pada pukul 22:02:35 WIB. Sedangkan waktu listrik kembali normal tercatat pada pukul 22:06:20 WIB. Dari data diatas didapatkan durasi lama waktu padam *line* R selama 3 menit 45 detik. Untuk jumlah pelanggan fasa R, S dan T yaitu sebanyak 46 pelanggan. Sehingga dari data yang telah didapatkan, nilai SAIDI bisa diolah dengan menggunakan persamaan (2.1).

Penjabaran dari perhitungan SAIDI pada *line* R, S dan T yaitu sebagai berikut:

$$SAIDI = \frac{\Sigma \text{Pelanggan Padam} \times \text{Lama Padam}}{\text{Total Pelanggan}}$$

$$\text{Lama Padam} = \frac{(3 \times 60 \text{ detik}) + 45}{3600} = 0,0625 \text{ jam}$$

$$SAIDI = \frac{46 \times 0,0625}{46}$$

$$SAIDI = 0,0625 \text{ jam/pelanggan/bulan}$$

Dari perhitungan diatas diperoleh nilai SAIDI untuk *line* R, *line* S dan *line* T sebesar 0,0625 jam/pelanggan/bulan. Karena simulasi padam untuk *line* R, S dan T juga hanya dilakukan satu kali percobaan, maka nilai SAIFI dari *line* R, S dan *line* T didapatkan melalui persamaan (2.3) dan dijabarkan sebagai berikut:

$$SAIFI = \frac{\Sigma \text{Pelanggan Padam} \times \text{Frekuensi Padam}}{\text{Total Pelanggan}}$$

$$SAIFI = \frac{46 \times 1}{46}$$

$$SAIFI = 1 \text{ kali/pelanggan/bulan}$$

Dari perhitungan diatas, sehingga didapatkan nilai SAIDI dan SAIFI dari *line* R, S dan T yaitu untuk nilai SAIDI sebesar 0,0625 jam/pelanggan/bulan dan nilai SAIFI sebesar 1kali/pelanggan/bulan.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB V

PENUTUP

Dari hasil yang telah didapatkan selama proses pembuatan alat untuk Tugas Akhir ini, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan dan saran sebagai berikut:

5.1 Kesimpulan

1. Pengosongan kapasitor saat kondisi rangkaian *peak detector OFF* mengakibatkan Dioda dan LED masih bertegangan walaupun sesaat.
2. Nilai *output* minimum *Buck Converter* sebesar 1.25V dan nilai *output* maksimum nya 11.32V. Dan untuk kerja daripada *Buck Converter* ini sendiri untuk mendapatkan nilai *output* 5.00 *duty cycle* diatur hingga ~42%.
3. Alat pelapor padam listrik ini mulai dinyalakan sampai SMS notifikasi terkirim membutuhkan waktu 22s. Sedangkan waktu pengiriman SMS dari SIM900 ke Modem Maestro 100 rata-rata membutuhkan waktu 7s.
4. Ketika kondisi normal ke kondisi padam yang lebih dari 1 *line*, Arduino tetap membaca kondisi padam untuk 1 *line*. Hal itu dikarenakan *scanning* Arduino yang sangat cepat tidak seimbang dengan simulasi padam untuk lebih dari 1 *line* yang padam.
5. Dengan adanya alat pelapor padam listrik ini waktu padam lebih mendekati dengan waktu nyata . Dibandingkan dengan pelaporan padam via call center 123, laporan gangguan lebih cepat tersampaikan ke Petugas Pelayanan Gangguan. Sehingga gangguan akan cepat teratasi dan lama padam bisa berkurang.

5.2 Saran

Saran untuk pengembangan alat ini selanjutnya yaitu:

1. Diharapkan alat ini mampu bekerja juga pada Jaringan Tegangan Rendah pada skala tegangan 380V.
2. Ditambahkan pula HMI untuk alat itu sendiri, seperti contoh android/MIT. Supaya monitoring untuk kondisi alat bisa terpantau dengan baik.
3. Untuk pengembangan aplikasi pada *software Delphi7*, yaitu pengelompokan data yang lebih terperinci ketika akan disimpan ke *database*.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pandiana, A. S., Rendy Permana, “Rancang Bangun Pelaporan Padam Listrik Pada Area Gardu Trafo Distribusi Menggunakan Mikrokontroler”, *Tugas Akhir*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2015.
- [2] Kelompok Kerja Standar Konstruksi dan Pusat Penelitian Sains Universitas Indonesia, “Buku 3 Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Rendah Tenaga Listrik”, *Lampiran Keputusan Direksi PT. PLN (Persero)*, PT. PLN (Persero), 2010.
- [3] Kelompok Kerja Standar Konstruksi dan Pusat Penelitian Sains Universitas Indonesia, “Buku 4 Standar Konstruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik”, *Lampiran Keputusan Direksi PT. PLN (Persero)*, PT. PLN (Persero), 2010.
- [4] Fauzi, Adryan Fahri Zul, “Alat Pemantau Padam Listrik Untuk Penentuan Nilai Saidi Saifi Sebagai Bahan Evaluasi Kehandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Berbasis Arduino Uno”, *Tugas Akhir*, Universitas Diponegoro, Semarang, 2016.
- [5], “*Real Time Clock*”,
<https://www.scribd.com/doc/22362718/Real-Time-Clock>,
22 Januari 2017.
- [6] SIM Com, “SIM900 Hardware Design”, *Datasheet and Manual Book*, Shanghai, 2009.
- [7] A, Dika Mahendra., Ikhlusal Amal, “Monitoring Kualitas Daya Output Trafo Distribusi Berbasis Mikrokontroler Via Wifi”, *Tugas Akhir*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2015.
- [8] Mushbikhin, “**Tutorial AT Command Wavecom**”,
<http://www.musbikhin.com/tutorial-at-command-wavecom>,
14 April 2017.
- [9] Anonim, *Adruino*, <https://id.wikipedia.org/wiki/Arduino>,
22 April 2017.
- [10] PSTIK Universitas Indonesia, “Pedoman Kriteria Desain Jaringan Distribusi”, PT. PLN (Persero) DKI Jaya dan Tangerang, 2010.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

LAMPIRAN

Lampiran A

A.1 *Listing Program pada Arduino IDE*

```

/*****
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Wire.h> // must be included here so that Arduino
library object

file references work
#include <RtcDS1307.h>
RtcDS1307<TwoWire> Rtc(Wire);
char datestring[20];
SoftwareSerial SIM900 (7, 8);
String NoHP1="+6281249623882";
String NoHP2="+6285708001969";
int count=0;
int x;
int pinbutton;
void SIM900power() //subroutine  menghidupkan/mematikan
shield
{
pinMode(9, OUTPUT);
digitalWrite(9,LOW);
delay(1000);
digitalWrite(9,HIGH);
delay(2000);
digitalWrite(9,LOW);
delay(3000);
}

void setup()
{
Serial.begin (57600);
x=1;
Rtc.Begin();
RtcDateTime compiled = RtcDateTime(__DATE__,
__TIME__);

```

```

printDateTime(compiled);
Serial.println();

if (!Rtc.IsDateTimeValid())
{
    //Serial.println("RTC lost confidence in the DateTime!");
    Rtc.SetDateTime(compiled);
}

if (!Rtc.GetIsRunning())
{
    // Serial.println("RTC was not actively running, starting
now");
    Rtc.SetIsRunning(true);
}

RtcDateTime now = Rtc.GetDateTime();
if (now < compiled)
{
    //Serial.println("RTC is older than compile time! (Updating
DateTime)");
    Rtc.SetDateTime(compiled);
}
else if (now > compiled)
{
    //Serial.println("RTC is newer than compile time. (this is
expected)");
}
else if (now == compiled)
{
    //Serial.println("RTC is the same as compile time! (not
expected
but all is fine)");
}
Rtc.SetSquareWavePin(DS1307SquareWaveOut_Low);

```

```

SIM900.begin (19200);
SIM900power(); //menghidupkan shield
delay (7000);
SIM900.print("AT+CMGF=1\r");
delay(100);
SIM900.println("AT+CMGS = \"+NoHP1+\"");
delay(100);
SIM900.println("Alat Pelapor Padam Siap Digunakan");
delay(100);
SIM900.println((char)26);
delay(100);
SIM900.println();
Serial.println("Notifikasi Telah Terkirim :)");
Serial.println("Alat Pelapor Padam Siap Digunakan");
delay(5000);
}

```

```

void loop()
{
  int a = analogRead(A2);
  int b = analogRead(A1);
  int c = analogRead(A0);
  pinbutton= analogRead(A7);
  float r = (a/1023.0)*4.48;
  float s = (b/1023.0)*4.48;
  float t = (c/1023.0)*4.48;
  if (!Rtc.IsDateTimeValid())
  {
    Serial.println("RTC lost confidence in the DateTime!");
  }
  switch(x)
  { case 1 : Serial.print("R= ");
    Serial.println(r);
    delay (100);
    Serial.print("S= ");
    Serial.println(s);
    delay (100);
    Serial.print("T= ");
    Serial.println(t);

```

```

delay (100);
Serial.print("analog= ");
Serial.println(pinbutton);
if (r<1.0 || s<1.0|| t<1.0)
{
  if (r<1.0 && s<1.0 && t<1.0 )
  {
    RtcDateTime now = Rtc.GetDateTime();
    printDateTime(now);
    Serial.println();
    Serial.println ("fasa R, S, T off");
    count++;
    Serial.print("Padam ke- ");
    Serial.println (count);
    SIM900.print("AT+CMGF=1\r");
    delay(100);
    SIM900.println("AT+CMGS = \"+NoHP1+\"");
    delay(100);
    SIM900.println("Jalur  R, S, T ; GTT BD1264,
Perumahan ITS PADAM");
    delay(100);
    SIM900.println((char)26);
    delay(100);
    SIM900.println();
    Serial.println("SMS terkirim ke Operator :)");
    delay (4000);
    SIM900.print("AT+CMGF=1\r");
    delay(100);
    SIM900.println("AT+CMGS = \"+NoHP2+\"");
    delay(100);
    SIM900.println("Jalur  R, S, T ; GTT BD1264,
Perumahan ITS PADAM");
    delay(100);
    SIM900.println((char)26);
    delay(100);
    SIM900.println();
    Serial.println("SMS terkirim ke Petugas :)");
    delay(4000);
  }
}

```



```

x=2;
if (r<1.0 && s<1.0)
{
    RtcDateTime now = Rtc.GetDateTime();
    printDateTime(now);
    Serial.println();
    Serial.println ("fasa R dan S off");
    count++;
    Serial.print("Padam ke- ");
    Serial.println (count);
    SIM900.print("AT+CMGF=1\r");
    delay(100);
    SIM900.println("AT+CMGS = \""+NoHP1+"\"");
    delay(100);
    SIM900.println("Jalur R dan S ; GTT BD1264,
Perumahan ITS PADAM");
    delay(100);
    SIM900.println((char)26);
    delay(100);
    SIM900.println();
    Serial.println("SMS terkirim ke Operator :)");
    delay (4000);
    SIM900.print("AT+CMGF=1\r");
    delay(100);
    SIM900.println("AT+CMGS = \""+NoHP2+"\"");
    delay(100);
    SIM900.println("Jalur R dan S ; GTT BD1264,
Perumahan ITS PADAM");
    delay(100);
    SIM900.println((char)26);
    delay(100);
    SIM900.println();
    Serial.println("SMS terkirim ke Petugas :)");
    delay(4000);
}
x=2;

if (r<1.0 && t<1.0)
{

```

```

RtcDateTime now = Rtc.GetDateTime();
printDateTime(now);
Serial.println();
Serial.println ("fasa R dan T off");
count++;
Serial.print("Padam ke- ");
Serial.println (count);
SIM900.print("AT+CMGF=1\r");
delay(100);
SIM900.println("AT+CMGS = \"+NoHP1+\"");
delay(100);
SIM900.println("Jalur R dan T ; GTT BD1264,
Perumahan ITS PADAM");
delay(100);
SIM900.println((char)26);
delay(100);
SIM900.println();
Serial.println("SMS terkirim ke Operator :)");
delay (4000);
SIM900.print("AT+CMGF=1\r");
delay(100);
SIM900.println("AT+CMGS = \"+NoHP2+\"");
delay(100);
SIM900.println("Jalur R dan T ; GTT BD1264,
Perumahan ITS PADAM");
delay(100);
SIM900.println((char)26);
delay(100);
SIM900.println();
Serial.println("SMS terkirim ke Petugas :)");
delay(4000);
}
x=2;

if (s<1.0 && t<1.0)
{
RtcDateTime now = Rtc.GetDateTime();
printDateTime(now);
Serial.println();

```

```

Serial.println ("fasa S dan T off");
count++;
Serial.print("Padam ke- ");
Serial.println (count);
SIM900.print("AT+CMGF=1\r");
delay(100);
SIM900.println("AT+CMGS = \""+NoHP1+"\"");
delay(100);
SIM900.println("Jalur S dan T ; GTT BD1264,
Perumahan ITS PADAM");
delay(100);
SIM900.println((char)26);
delay(100);
SIM900.println();
Serial.println("SMS terkirim ke Operator :)");
delay(4000);
SIM900.print("AT+CMGF=1\r");
delay(100);
SIM900.println("AT+CMGS = \""+NoHP2+"\"");
delay(100);
SIM900.println("Jalur S dan T ; GTT BD1264,
Perumahan ITS PADAM");
delay(100);
SIM900.println((char)26);
delay(100);
SIM900.println();
Serial.println("SMS terkirim ke Petugas :)");
delay(4000);
}
x=2;

if (r<1.0)
{
RtcDateTime now = Rtc.GetDateTime();
printDateTime(now);
Serial.println();
Serial.println ("fasa R off");\
count++;
Serial.print("Padam ke- ");

```

```

Serial.println (count);
SIM900.print("AT+CMGF=1\r");
delay(100);
SIM900.println("AT+CMGS = \""+NoHP1+"\"");
delay(100);
SIM900.println("Jalur R ; GTT BD1264, Perumahan
ITS PADAM");
delay(100);
SIM900.println((char)26);
delay(100);
SIM900.println();
Serial.println("SMS terkirim ke Operator :)");
delay (4000);
SIM900.print("AT+CMGF=1\r");
delay(100);
SIM900.println("AT+CMGS = \""+NoHP2+"\"");
delay(100);
SIM900.println("Jalur R ; GTT BD1264, Perumahan
ITS PADAM");
delay(100);
SIM900.println((char)26);
delay(100);
SIM900.println();
Serial.println("SMS terkirim ke Petugas :)");
delay(4000);
}
x=2;

if (s<1.0)
{
RtcDateTime now = Rtc.GetDateTime();
printDateTime(now);
Serial.println();
Serial.println ("fasa S off");\
count++;
Serial.print("Padam ke- ");
Serial.println (count);
SIM900.print("AT+CMGF=1\r");
delay(100);

```

```

SIM900.println("AT+CMGS = \""+NoHP1+"\"");
delay(100);
SIM900.println("Jalur S ; GTT BD1264, Perumahan
ITS PADAM");
delay(100);
SIM900.println((char)26);
delay(100);
SIM900.println();
Serial.println("SMS terkirim ke Operator :)");
delay(4000);
SIM900.print("AT+CMGF=1\r");
delay(100);
SIM900.println("AT+CMGS = \""+NoHP2+"\"");
delay(100);
SIM900.println("Jalur S ; GTT BD1264, Perumahan
ITS PADAM");
delay(100);
SIM900.println((char)26);
delay(100);
SIM900.println();
Serial.println("SMS terkirim ke Petugas :)");
delay(4000);
}
x=2;

if (t<1.0)
{
RtcDateTime now = Rtc.GetDateTime();
printDateTime(now);
Serial.println();
Serial.println("fasa T off");
count++;
Serial.print("Padam ke- ");
Serial.println(count);
SIM900.print("AT+CMGF=1\r");
delay(100);
SIM900.println("AT+CMGS = \""+NoHP1+"\"");
delay(100);

```

```

        SIM900.println("Jalur T ; GTT BD1264, Perumahan
ITS PADAM");
        delay(100);
        SIM900.println((char)26);
        delay(100);
        SIM900.println();
        Serial.println("SMS terkirim ke Operator :)");
        delay (4000);
        SIM900.print("AT+CMGF=1\r");
        delay(100);
        SIM900.println("AT+CMGS = \"'+NoHP2+'\"");
        delay(100);
        SIM900.println("Jalur T ; GTT BD1264, Perumahan
ITS PADAM");
        delay(100);
        SIM900.println((char)26);
        delay(100);
        SIM900.println();
        Serial.println("SMS terkirim ke Petugas :)");
        delay(4000);
    }
    x=2;
}
case 2 : Serial.print("R= ");
        Serial.println(r);
        Serial.print("S= ");
        Serial.println(s);
        Serial.print("T= ");
        Serial.println(t);
        if (r > 1.0)
        {
            Serial.println ("on");
        }
        else
        {
            Serial.println ("off");
        }
        if (s > 1.0)
        {

```

```

        Serial.println ("on");
    }
    else
    {
        Serial.println ("off");
    }
    if (t > 1.0)
    {
        Serial.println ("on");
    }
    else
    {
        Serial.println ("off");
    }
}
case 3 :
    if (pinbutton > 5)
    {
        RtcDateTime now = Rtc.GetDateTime();
        printDateTime(now);
        Serial.println();
        Serial.println("GTT BD1264 Kondisi NORMAL");
        SIM900.print("AT+CMGF=1\r");
        delay(100);
        SIM900.println("AT+CMGS = \""+NoHP1+"\"");
        delay(100);
        SIM900.println("Jalur R, S, T ; GTT BD1264,

```

Perumahan ITS

```

NORMAL");
        delay(100);
        SIM900.println((char)26);
        delay(100);
        SIM900.println();
        Serial.println("SMS terkirim ke Operator :)");
        delay(4000);
        SIM900.print("AT+CMGF=1\r");
        delay(100);
        SIM900.println("AT+CMGS = \""+NoHP2+"\"");
        delay(100);

```

```
        SIM900.println("Jalur R, S, T ; GTT BD1264,  
Perumahan ITS
```

```
NORMAL");  
        delay(100);  
        SIM900.println((char)26);  
        delay(100);  
        SIM900.println();  
        Serial.println("SMS terkirim ke Operator :)");  
        x=1;  
        delay (4000);  
    }  
}
```

```
#define countof(a) (sizeof(a) / sizeof(a[0]))
```

```
void printDateTime(const RtcDateTime& dt)  
{  
    snprintf_P(datestring,  
        countof(datestring),  
        PSTR("%02u/%02u/%04u %02u:%02u:%02u"),  
        dt.Month(),  
        dt.Day(),  
        dt.Year(),  
        dt.Hour(),  
        dt.Minute(),  
        dt.Second() );  
    Serial.print(datestring);  
}
```


A.2 *Listing Program Delphi7 pada HMI (Human Machine Interface)*

```
/******  
unit Unit1;  
  
interface  
  
uses  
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics,  
  Controls, Forms,  
  Dialogs, StdCtrls, CPort, ExtCtrls, Grids, DBGrids, DB,  
  ADODB;  
  
type  
  TForm1 = class(TForm)  
    Memo1: TMemo;  
    Timer1: TTimer;  
    ComPort1: TComPort;  
    Button1: TButton;  
    Button2: TButton;  
    DataSource1: TDataSource;  
    ADOConnection1: TADOConnection;  
    ADOTable1: TADOTable;  
    DBGrid1: TDBGrid;  
    Edit1: TEdit;  
    Edit2: TEdit;  
    Label1: TLabel;  
    Label2: TLabel;  
    Button3: TButton;  
    Image1: TImage;  
    Label3: TLabel;  
    Label4: TLabel;  
    Label5: TLabel;  
    Image2: TImage;  
    Label6: TLabel;  
    Button5: TButton;  
    Button4: TButton;  
    Button6: TButton;  
    procedure Button2Click(Sender: TObject);
```

```

    procedure Button1Click(Sender: TObject);
    procedure ComPort1RxChar(Sender: TObject; Count: Integer);
    procedure Timer1Timer(Sender: TObject);
    procedure Button3Click(Sender: TObject);
    procedure Reset;
    procedure Button5Click(Sender: TObject);
    procedure Button4Click(Sender: TObject);
    procedure Button6Click(Sender: TObject);

private
    { Private declarations }
public
    { Public declarations }
end;

var
    Form1: TForm1;

implementation

{$R *.dfm}

procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);
begin
    ComPort1.ShowSetupDialog;
end;

procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
begin
    if ComPort1.Connected then
    begin
        ComPort1.Close;
        button1.caption:='Open';
    end
    else
    begin
        ComPort1.Open;
        button1.Caption:='Close';
        ComPort1.WriteStr('at+cmgf=1'+#13#10);
    end
end;

```

```

ComPort1.WriteStr('at+cpms="SM"'+#13#10);
ComPort1.WriteStr('at+cscs="GSM"'+#13#10);
end
end;

```

```

procedure TForm1.ComPort1RxChar(Sender: TObject; Count:
Integer);
var
Str, D1, D2, D3, D4: String;
begin
    ComPort1.ReadStr(Str, 150);
    Memo1.Text := Memo1.Text + Str;
    begin
        D1:=Memo1.Text;
        D2:=copy(D1,78,55);
        edit1.Text:=D2;
        D3:=Memo1.Text;
        D4:=copy(D3,57,17);
        edit2.Text:=D4;
    end
end;

```

```

procedure TForm1.Timer1Timer(Sender: TObject);
begin
Memo1.Clear;
ComPort1.WriteStr('at+cmgl="ALL"'+#13#10);
end;

```

```

procedure TForm1.Button3Click(Sender: TObject);
begin
ADOTABLE1.INSERT;
ADOTABLE1.FIELDBYNAME('Isi    Pesan').ASSTRING    :=
edit1.Text;
adotable1.FieldByName('Tanggal/Waktu').AsString    :=
edit2.Text;
Adotable1.Post;
Reset;
end;

```

```

procedure TForm1.Reset;
begin
    memo1.Clear;
    comport1.WriteStr('at+cmgd=1,4'+#13#10);
end;

procedure TForm1.Button5Click(Sender: TObject);
begin
    close;
end;

procedure TForm1.Button4Click(Sender: TObject);
begin
    Adotable1.Delete;
end;

procedure TForm1.Button6Click(Sender: TObject);
begin
    Reset;
end;

end.

```

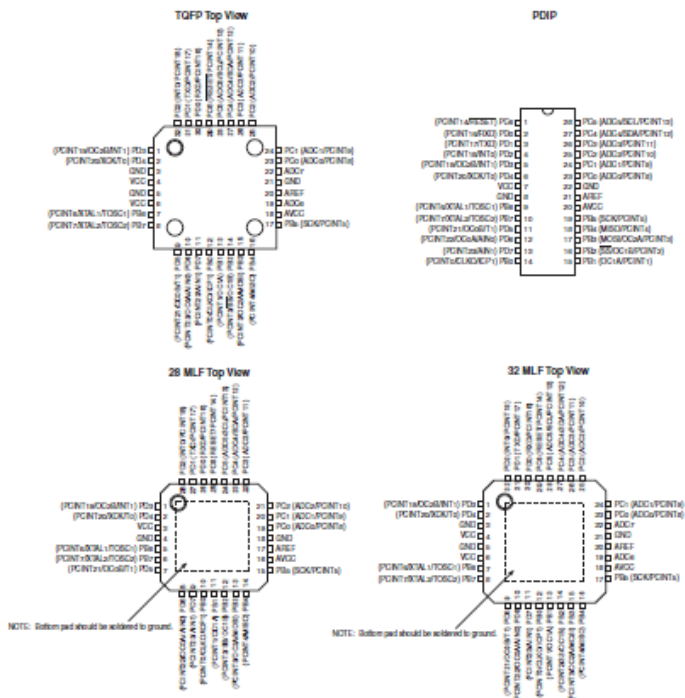
LAMPIRAN B

B.1 Datasheet ATmega328 dan Arduino Nano

ATmega48PA/88PA/168PA/328P

1. Pin Configurations

Figure 1-1. Pinout ATmega48PA/88PA/168PA/328P



1.1 Pin Descriptions

1.1.1 VCC

Digital supply voltage.

1.1.2 GND

Ground.

1.1.3 Port B (PB7:0) XTAL1/XTAL2/TOSC1/TOSC2

Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port B output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Depending on the clock selection fuse settings, PB6 can be used as input to the inverting Oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

Depending on the clock selection fuse settings, PB7 can be used as output from the inverting Oscillator amplifier.

If the Internal Calibrated RC Oscillator is used as chip clock source, PB7..6 is used as TOSC2..1 input for the Asynchronous Timer/Counter2 if the AS2 bit in ASSR is set.

The various special features of Port B are elaborated in "Alternate Functions of Port B" on page 76 and "System Clock and Clock Options" on page 26.

1.1.4 Port C (PC5:0)

Port C is a 7-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The PC5..0 output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

1.1.5 PC6/RESET

If the RSTDISBL Fuse is programmed, PC6 is used as an I/O pin. Note that the electrical characteristics of PC6 differ from those of the other pins of Port C.

If the RSTDISBL Fuse is unprogrammed, PC6 is used as a Reset input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a Reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in Table 28-3 on page 308. Shorter pulses are not guaranteed to generate a Reset.

The various special features of Port C are elaborated in "Alternate Functions of Port C" on page 79.

1.1.6 Port D (PD7:0)

Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port D output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.



The various special features of Port D are elaborated in "Alternate Functions of Port D" on page 82.

1.1.7 AV_{CC}

AV_{CC} is the supply voltage pin for the A/D Converter, PC3:0, and ADC7:6. It should be externally connected to V_{CC} , even if the ADC is not used. If the ADC is used, it should be connected to V_{CC} through a low-pass filter. Note that PC6..4 use digital supply voltage, V_{CC} .

1.1.8 AREF

AREF is the analog reference pin for the A/D Converter.

1.1.9 ADC7:6 (TQFP and QFN/MLF Package Only)

In the TQFP and QFN/MLF package, ADC7:6 serve as analog inputs to the A/D converter. These pins are powered from the analog supply and serve as 10-bit ADC channels.

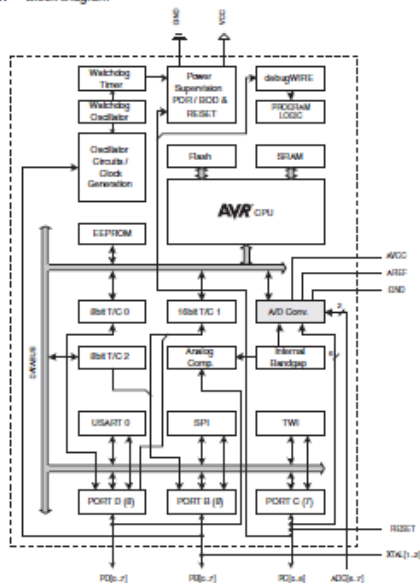


2. Overview

The ATmega48PA/88PA/168PA/328P is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR enhanced RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the ATmega48PA/88PA/168PA/328P achieves throughputs approaching 1 MIPS per MHz allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.

2.1 Block Diagram

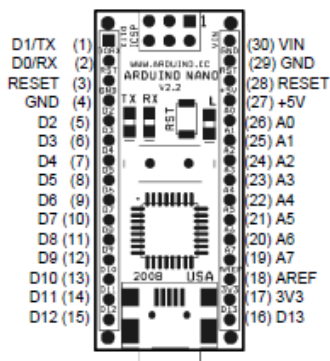
Figure 2-1. Block Diagram



The AVR core combines a rich instruction set with 32 general purpose working registers. All the 32 registers are directly connected to the Arithmetic Logic Unit (ALU), allowing two independent registers to be accessed in one single instruction executed in one clock cycle. The resulting



Arduino Nano Pin Layout



Pin No.	Name	Type	Description
1-2, 5-16	D0-D13	I/O	Digital input/output port 0 to 13
3, 28	RESET	Input	Reset (active low)
4, 29	GND	PWR	Supply ground
17	3V3	Output	+3.3V output (from FTDI)
18	AREF	Input	ADC reference
19-26	A7-A0	Input	Analog input channel 0 to 7
27	+5V	Output or Input	+5V output (from on-board regulator) or +5V (input from external power supply)
30	VIN	PWR	Supply voltage

B.2 Datasheet RTC DS1307

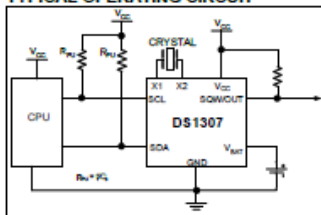


DS1307 64 x 8, Serial, I²C Real-Time Clock

GENERAL DESCRIPTION

The DS1307 serial real-time clock (RTC) is a low-power, full binary-coded decimal (BCD) clock/calendar plus 56 bytes of NV SRAM. Address and data are transferred serially through an I²C, bidirectional bus. The clock/calendar provides seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information. The end of the month date is automatically adjusted for months with fewer than 31 days, including corrections for leap year. The clock operates in either the 24-hour or 12-hour format with AM/PM indicator. The DS1307 has a built-in power-sense circuit that detects power failures and automatically switches to the backup supply. Timekeeping operation continues while the part operates from the backup supply.

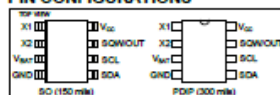
TYPICAL OPERATING CIRCUIT



BENEFITS AND FEATURES

- Completely Manages All Timekeeping Functions
 - Real-Time Clock Counts Seconds, Minutes, Hours, Date of the Month, Month, Day of the Week, and Year with Leap-Year Compensation Valid Up to 2100
 - 56-Byte, Battery-Backed, General-Purpose RAM with Unlimited Writes
 - Programmable Square-Wave Output Signal
- Simple Serial Port Interfaces to Most Microcontrollers
 - I²C Serial Interface
- Low Power Operation Extends Battery Backup Run Time
 - Consumes Less than 500nA in Battery-Backup Mode with Oscillator Running
 - Automatic Power-Fail Detect and Switch Circuitry
- 8-Pin DIP and 8-Pin SO Minimizes Required Space
- Optional Industrial Temperature Range: -40°C to +85°C Supports Operation in a Wide Range of Applications
- Underwriters Laboratories® (UL) Recognized

PIN CONFIGURATIONS



ORDERING INFORMATION

PART	TEMP RANGE	VOLTAGE (V)	PIN-PACKAGE	TOP MARK*
DS1307+	0°C to +70°C	5.0	8 PDIP (300 mils)	DS1307
DS1307N+	-40°C to +85°C	5.0	8 PDIP (300 mils)	DS1307N
DS1307Z+	0°C to +70°C	5.0	8 SO (150 mils)	DS1307
DS1307ZN+	-40°C to +85°C	5.0	8 SO (150 mils)	DS1307N
DS1307Z+T&R	0°C to +70°C	5.0	8 SO (150 mils) Tape and Reel	DS1307
DS1307ZN+T&R	-40°C to +85°C	5.0	8 SO (150 mils) Tape and Reel	DS1307N

+ Denotes a lead-free/Pb-free compliant package.

*A "+" anywhere on the top mark indicates a lead-free package. An "N" anywhere on the top mark indicates an industrial temperature range device. Underwriters Laboratories, Inc. is a registered certification mark of Underwriters Laboratories, Inc.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Voltage Range on Any Pin Relative to Ground-0.5V to +7.0V
Operating Temperature Range (Noncondensing)
Commercial0°C to +70°C
Industrial-40°C to +85°C
Storage Temperature Range-55°C to +125°C
Soldering Temperature (DIP, leads)+260°C for 10 seconds
Soldering Temperature (surface mount)Refer to the JPC/JEDEC J-STD-020 Specification.

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to the absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

RECOMMENDED DC OPERATING CONDITIONS

(T_A = 0°C to +70°C, T_A = -40°C to +85°C.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage	V _{CC}		4.5	5.0	5.5	V
Logic 1 Input	V _{OH}		2.2		V _{CC} + 0.3	V
Logic 0 Input	V _{IL}		-0.3		+0.8	V
V _{BAT} Battery Voltage	V _{BAT}		2.0	3	3.5	V

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = 4.5V to 5.5V; T_A = 0°C to +70°C, T_A = -40°C to +85°C.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Leakage (SCL)	I _{LI}		-1		1	μA
I/O Leakage (SDA, SQW/OUT)	I _{LO}		-1		1	μA
Logic 0 Output (I _{OL} = 5mA)	V _{OL}				0.4	V
Active Supply Current (f _{SCL} = 100kHz)	I _{CCA}				1.5	mA
Standby Current	I _{CCS}	(Note 3)			200	μA
V _{BAT} Leakage Current	I _{BATLKG}			5	50	nA
Power-Fail Voltage (V _{BAT} = 3.0V)	V _{PF}		1.216 x V _{BAT}	1.25 x V _{BAT}	1.284 x V _{BAT}	V

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = 0V, V_{BAT} = 3.0V; T_A = 0°C to +70°C, T_A = -40°C to +85°C.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V _{BAT} Current (OSC ON); SQW/OUT OFF	I _{BAT1}			300	500	nA
V _{BAT} Current (OSC ON); SQW/OUT ON (32kHz)	I _{BAT2}			480	800	nA
V _{BAT} Data-Retention Current (Oscillator Off)	I _{BATDR}			10	100	nA

WARNING: Negative undershoots below -0.3V while the part is in battery-backed mode may cause loss of data.

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS(V_{CC} = 4.5V to 5.5V; T_A = 0°C to +70°C, T_A = -40°C to +85°C.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SCL Clock Frequency	f _{SCL}		0		100	kHz
Bus Free Time Between a STOP and START Condition	t _{BUF}		4.7			μs
Hold Time (Repeated) START Condition	t _{HDSTA}	(Note 4)	4.0			μs
LOW Period of SCL Clock	t _{LOW}		4.7			μs
HIGH Period of SCL Clock	t _{HIGH}		4.0			μs
Setup Time for a Repeated START Condition	t _{SUSTA}		4.7			μs
Data Hold Time	t _{HDAT}		0			μs
Data Setup Time	t _{SUDAT}	(Notes 5, 6)	250			ns
Rise Time of Both SDA and SCL Signals	t _R				1000	ns
Fall Time of Both SDA and SCL Signals	t _F				300	ns
Setup Time for STOP Condition	t _{SUSTO}		4.7			μs

CAPACITANCE(T_A = +25°C)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Pin Capacitance (SDA, SCL)	C _{IO}				10	pF
Capacitance Load for Each Bus Line	C _B	(Note 7)			400	pF

Note 1: All voltages are referenced to ground.**Note 2:** Limits at -40°C are guaranteed by design and are not production tested.**Note 3:** I_{OL} specified with V_{CC} = 5.0V and SDA, SCL = 5.0V.**Note 4:** After this period, the first clock pulse is generated.**Note 5:** A device must internally provide a hold time of at least 300ns for the SDA signal (referred to the V_{IL(MIN)} of the SCL signal) to bridge the undefined region of the falling edge of SCL.**Note 6:** The maximum t_{HDAT} only has to be met if the device does not stretch the LOW period (t_{LOW}) of the SCL signal.**Note 7:** C_B—total capacitance of one bus line in pF.

TIMING DIAGRAM

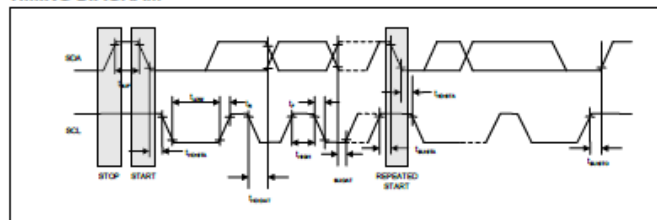
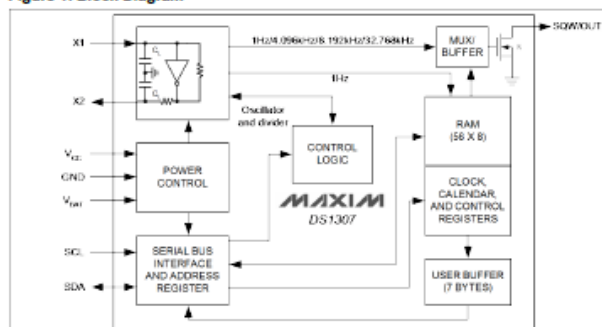
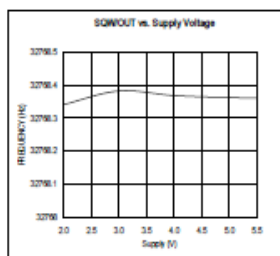
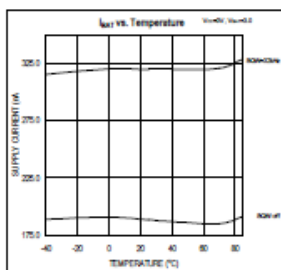
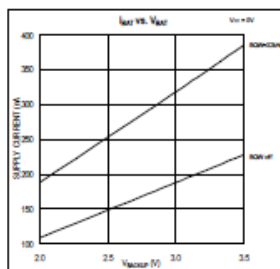
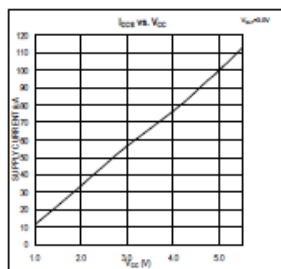


Figure 1. Block Diagram



TYPICAL OPERATING CHARACTERISTICS(V_{CC} = 5.0V, T_A = +25°C, unless otherwise noted.)

PIN DESCRIPTION

PIN	NAME	FUNCTION
1	X1	Connections for Standard 32.768kHz Quartz Crystal. The internal oscillator circuitry is designed for operation with a crystal having a specified load capacitance (C_L) of 12.5pF. X1 is the input to the oscillator and can optionally be connected to an external 32.768kHz oscillator. The output of the internal oscillator, X2, is floated if an external oscillator is connected to X1.
2	X2	Note: For more information on crystal selection and crystal layout considerations, refer to Application Note 58: Crystal Considerations with Dallas Real-Time Clocks.
3	V _{BAT}	Backup Supply Input for Any Standard 3V Lithium Cell or Other Energy Source. Battery voltage must be held between the minimum and maximum limits for proper operation. Diodes in series between the battery and the V _{BAT} pin may prevent proper operation. If a backup supply is not required, V _{BAT} must be grounded. The nominal power-fail trip point (V _{PF}) voltage at which access to the RTC and user RAM is denied is set by the internal circuitry as 1.25 x V _{BAT} nominal. A lithium battery with 48mAh or greater will back up the DS1307 for more than 10 years in the absence of power at +25°C. UL recognized to ensure against reverse charging current when used with a lithium battery. Go to: www.maxim-ic.com/ga/info/ul/ .
4	GND	Ground
5	SDA	Serial Data Input/Output. SDA is the data input/output for the I ² C serial interface. The SDA pin is open drain and requires an external pullup resistor. The pullup voltage can be up to 5.5V regardless of the voltage on V _{CC} .
6	SCL	Serial Clock Input. SCL is the clock input for the I ² C interface and is used to synchronize data movement on the serial interface. The pullup voltage can be up to 5.5V regardless of the voltage on V _{CC} .
7	SQW/OUT	Square Wave/Output Driver. When enabled, the SQWIE bit set to 1, the SQW/OUT pin outputs one of four square-wave frequencies (1Hz, 4kHz, 8kHz, 32kHz). The SQW/OUT pin is open drain and requires an external pullup resistor. SQW/OUT operates with either V _{CC} or V _{BAT} applied. The pullup voltage can be up to 5.5V regardless of the voltage on V _{CC} . If not used, this pin can be left floating.
8	V _{CC}	Primary Power Supply. When voltage is applied within normal limits, the device is fully accessible and data can be written and read. When a backup supply is connected to the device and V _{CC} is below V _{TP} , read and writes are inhibited. However, the timekeeping function continues unaffected by the lower input voltage.

DETAILED DESCRIPTION

The DS1307 is a low-power clock/calendar with 56 bytes of battery-backed SRAM. The clock/calendar provides seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information. The date at the end of the month is automatically adjusted for months with fewer than 31 days, including corrections for leap year. The DS1307 operates as a slave device on the I²C bus. Access is obtained by implementing a START condition and providing a device identification code followed by a register address. Subsequent registers can be accessed sequentially until a STOP condition is executed. When V_{CC} falls below 1.25 x V_{BAT}, the device terminates an access in progress and resets the device address counter. Inputs to the device will not be recognized at this time to prevent erroneous data from being written to the device from an out-of-tolerance system. When V_{CC} falls below V_{BAT}, the device switches into a low-current battery-backup mode. Upon power-up, the device switches from battery to V_{CC} when V_{CC} is greater than V_{BAT} + 0.2V and recognizes inputs when V_{CC} is greater than 1.25 x V_{BAT}. The block diagram in Figure 1 shows the main elements of the serial RTC.

OSCILLATOR CIRCUIT

The DS1307 uses an external 32.768kHz crystal. The oscillator circuit does not require any external resistors or capacitors to operate. Table 1 specifies several crystal parameters for the external crystal. Figure 1 shows a functional schematic of the oscillator circuit. If using a crystal with the specified characteristics, the startup time is usually less than one second.

CLOCK ACCURACY

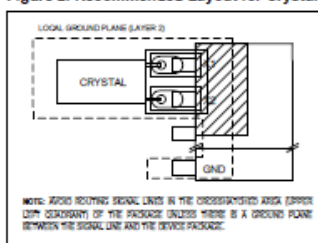
The accuracy of the clock is dependent upon the accuracy of the crystal and the accuracy of the match between the capacitive load of the oscillator circuit and the capacitive load for which the crystal was trimmed. Additional error will be added by crystal frequency drift caused by temperature shifts. External circuit noise coupled into the oscillator circuit may result in the clock running fast. Refer to Application Note 58: Crystal Considerations with Dallas Real-Time Clocks for detailed information.

Table 1. Crystal Specifications*

PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS
Nominal Frequency	f_0		32.768		kHz
Series Resistance	ESR			45	$\text{k}\Omega$
Load Capacitance	C_L		12.5		pF

*The crystal, traces, and crystal input pins should be isolated from RF generating signals. Refer to Application Note 58: Crystal Considerations for Dallas Real-Time Clocks for additional specifications.

Figure 2. Recommended Layout for Crystal



RTC AND RAM ADDRESS MAP

Table 2 shows the address map for the DS1307 RTC and RAM registers. The RTC registers are located in address locations 00h to 07h. The RAM registers are located in address locations 08h to 3Fh. During a multi-byte access, when the address pointer reaches 3Fh, the end of RAM space, it wraps around to location 00h, the beginning of the clock space.

CLOCK AND CALENDAR

The time and calendar information is obtained by reading the appropriate register bytes. Table 2 shows the RTC registers. The time and calendar are set or initialized by writing the appropriate register bytes. The contents of the time and calendar registers are in the BCD format. The day-of-week register increments at midnight. Values that correspond to the day of week are user-defined but must be sequential (i.e., if 1 equals Sunday, then 2 equals Monday, and so on.) Illogical time and date entries result in undefined operation. Bit 7 of Register 0 is the clock halt (CH) bit. When this bit is set to 1, the oscillator is disabled. When cleared to 0, the oscillator is enabled. On first application of power to the device the time and date registers are typically reset to 01/01/00 01:00:00 (MM/DD/YY DOW HH:MM:SS). The CH bit in the seconds register will be set to a 1. The clock can be halted whenever the timekeeping functions are not required, which minimizes current ($I_{DA,STOP}$).

The DS1307 can be run in either 12-hour or 24-hour mode. Bit 6 of the hours register is defined as the 12-hour or 24-hour mode-select bit. When high, the 12-hour mode is selected. In the 12-hour mode, bit 5 is the AM/PM bit with logic high being PM. In the 24-hour mode, bit 5 is the second 10-hour bit (20 to 23 hours). The hours value must be re-entered whenever the 12/24-hour mode bit is changed.

When reading or writing the time and date registers, secondary (user) buffers are used to prevent errors when the internal registers update. When reading the time and date registers, the user buffers are synchronized to the internal registers on any I²C START. The time information is read from these secondary registers while the clock continues to run. This eliminates the need to re-read the registers in case the internal registers update during a read. The divider chain is reset whenever the seconds register is written. Write transfers occur on the I²C acknowledge from the DS1307. Once the divider chain is reset, to avoid rollover issues, the remaining time and date registers must be written within one second.

Table 2. Timekeeper Registers

ADDRESS	BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0	FUNCTION	RANGE	
00h	CH	10 Seconds			Seconds			Seconds	00–59		
01h	0	10 Minutes			Minutes			Minutes	00–59		
02h	0	12	10 Hour PM/AM	10 Hour	Hours			Hours	1–12 +AM/PM 00–23		
		24									
03h	0	0	0	0	0	DAY			Day	01–07	
04h	0	0	10 Date			Date			Date	01–31	
05h	0	0	0	10 Month	Month			Month	Month	01–12	
06h	10 Year			Year			Year			Year	00–99
07h	OUT	0	0	SQWE	0	0	RST	RSD	Control	—	
08h–3Fh	RAM 56 x 8								00h–FFh		

0 = Always reads back as 0.

CONTROL REGISTER

The DS1307 control register is used to control the operation of the SQW/OUT pin.

BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0
OUT	0	0	SQWE	0	0	RS1	RS0

Bit 7: Output Control (OUT). This bit controls the output level of the SQW/OUT pin when the square-wave output is disabled. If SQWE = 0, the logic level on the SQW/OUT pin is 1 if OUT = 1 and is 0 if OUT = 0. On initial application of power to the device, this bit is typically set to a 0.

Bit 4: Square-Wave Enable (SQWE). This bit, when set to logic 1, enables the oscillator output. The frequency of the square-wave output depends upon the value of the RS0 and RS1 bits. With the square-wave output set to 1Hz, the clock registers update on the falling edge of the square wave. On initial application of power to the device, this bit is typically set to a 0.

Bits 1 and 0: Rate Select (RS[1:0]). These bits control the frequency of the square-wave output when the square-wave output has been enabled. The following table lists the square-wave frequencies that can be selected with the RS bits. On initial application of power to the device, these bits are typically set to a 1.

RS1	RS0	SQW/OUT OUTPUT	SQWE	OUT
0	0	1Hz	1	X
0	1	4.096KHz	1	X
1	0	8.192KHz	1	X
1	1	32.768KHz	1	X
X	X	0	0	0
X	X	1	0	1

I²C DATA BUS

The DS1307 supports the I²C protocol. A device that sends data onto the bus is defined as a transmitter and a device receiving data as a receiver. The device that controls the message is called a master. The devices that are controlled by the master are referred to as slaves. The bus must be controlled by a master device that generates the serial clock (SCL), controls the bus access, and generates the START and STOP conditions. The DS1307 operates as a slave on the I²C bus.

Figures 3, 4, and 5 detail how data is transferred on the I²C bus.

- Data transfer can be initiated only when the bus is not busy.
- During data transfer, the data line must remain stable whenever the clock line is HIGH. Changes in the data line while the clock line is high will be interpreted as control signals.

Accordingly, the following bus conditions have been defined:

Bus not busy: Both data and clock lines remain HIGH.

START data transfer: A change in the state of the data line, from HIGH to LOW, while the clock is HIGH, defines a START condition.

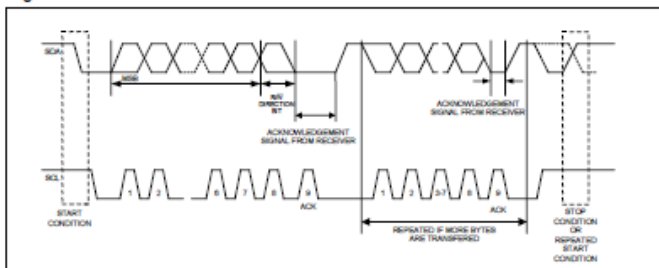
STOP data transfer: A change in the state of the data line, from LOW to HIGH, while the clock line is HIGH, defines the STOP condition.

Data valid: The state of the data line represents valid data when, after a START condition, the data line is stable for the duration of the HIGH period of the clock signal. The data on the line must be changed during the LOW period of the clock signal. There is one clock pulse per bit of data.

Each data transfer is initiated with a START condition and terminated with a STOP condition. The number of data bytes transferred between START and STOP conditions is not limited, and is determined by the master device. The information is transferred byte-wise and each receiver acknowledges with a ninth bit. Within the I²C bus specifications a standard mode (100kHz clock rate) and a fast mode (400kHz clock rate) are defined. The DS1307 operates in the standard mode (100kHz) only.

Acknowledge: Each receiving device, when addressed, is obliged to generate an acknowledge after the reception of each byte. The master device must generate an extra clock pulse which is associated with this acknowledge bit.

A device that acknowledges must pull down the SDA line during the acknowledge clock pulse in such a way that the SDA line is stable LOW during the HIGH period of the acknowledge related clock pulse. Of course, setup and hold times must be taken into account. A master must signal an end of data to the slave by not generating an acknowledge bit on the last byte that has been clocked out of the slave. In this case, the slave must leave the data line HIGH to enable the master to generate the STOP condition.

Figure 3. Data Transfer on I²C Serial Bus

Depending upon the state of the R/W bit, two types of data transfer are possible:

1. **Data transfer from a master transmitter to a slave receiver.** The first byte transmitted by the master is the slave address. Next follows a number of data bytes. The slave returns an acknowledge bit after each received byte. Data is transferred with the most significant bit (MSB) first.
2. **Data transfer from a slave transmitter to a master receiver.** The first byte (the slave address) is transmitted by the master. The slave then returns an acknowledge bit. This is followed by the slave transmitting a number of data bytes. The master returns an acknowledge bit after all received bytes other than the last byte. At the end of the last received byte, a "not acknowledge" is returned.

The master device generates all the serial clock pulses and the START and STOP conditions. A transfer is ended with a STOP condition or with a repeated START condition. Since a repeated START condition is also the beginning of the next serial transfer, the bus will not be released. Data is transferred with the most significant bit (MSB) first.

The DS1307 can operate in the following two modes:

1. **Slave Receiver Mode (Write Mode):** Serial data and clock are received through SDA and SCL. After each byte is received an acknowledge bit is transmitted. START and STOP conditions are recognized as the beginning and end of a serial transfer. Hardware performs address recognition after reception of the slave address and direction bit (see Figure 4). The slave address byte is the first byte received after the master generates the START condition. The slave address byte contains the 7-bit DS1307 address, which is 1101000, followed by the direction bit (R/W), which for a write is 0. After receiving and decoding the slave address byte, the DS1307 outputs an acknowledge on SDA. After the DS1307 acknowledges the slave address + write bit, the master transmits a word address to the DS1307. This sets the register pointer on the DS1307, with the DS1307 acknowledging the transfer. The master can then transmit zero or more bytes of data with the DS1307 acknowledging each byte received. The register pointer automatically increments after each data byte is written. The master will generate a STOP condition to terminate the data write.
2. **Slave Transmitter Mode (Read Mode):** The first byte is received and handled as in the slave receiver mode. However, in this mode, the direction bit will indicate that the transfer direction is reversed. The DS1307 transmits serial data on SDA while the serial clock is input on SCL. START and STOP conditions are recognized as the beginning and end of a serial transfer (see Figure 5). The slave address byte is the first byte received after the START condition is generated by the master. The slave address byte contains the 7-bit DS1307 address, which is 1101000, followed by the direction bit (R/W), which is 1 for a read. After receiving and decoding the slave address the DS1307 outputs an acknowledge on SDA. The DS1307 then begins to transmit data starting with the register address pointed to by the register pointer. If the register pointer is not written to before the initiation of a read mode the first address that is read is the last one stored in the register pointer. The register pointer automatically increments after each byte is read. The DS1307 must receive a Not Acknowledge to end a read.

Figure 4. Data Write—Slave Receiver Mode

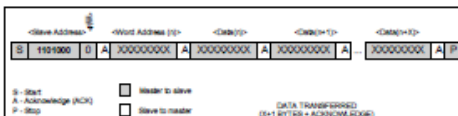


Figure 5. Data Read—Slave Transmitter Mode

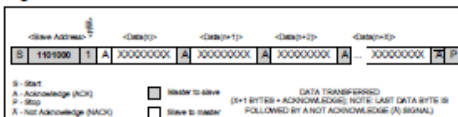
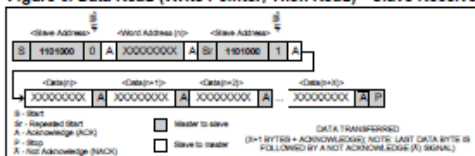


Figure 6. Data Read (Write Pointer, Then Read)—Slave Receive and Transmit



PACKAGE INFORMATION

For the latest package outline information and land patterns, go to www.maxim-ic.com/packages.

PACKAGE TYPE	PACKAGE CODE	DOCUMENT NO.
8 PDIP	—	21-0043
8 SO	—	21-0041

REVISION HISTORY

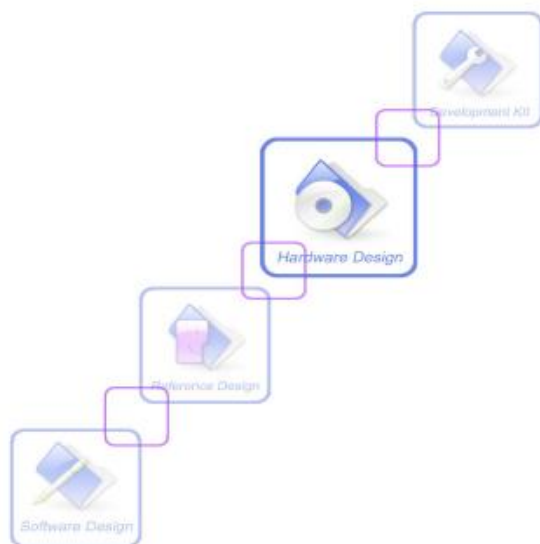
REVISION DATE	DESCRIPTION	PAGES CHANGED
100208	Moved the Typical Operating Circuit and Pin Configurations to first page.	1
	Removed the leaded part numbers from the Ordering Information table.	1
	Added an open-drain transistor to SQWOUT in the block diagram (Figure 1).	4
	Added the pullup voltage range for SDA, SCL, and SQWOUT to the Pin Description table and noted that SQWOUT can be left open if not used.	6
	Added default time and date values on first application of power to the Clock and Calendar section and deleted the note that initial power-on state is not defined.	8
	Added default on initial application of power to bit info in the Control Register section.	9
	Updated the Package Information section to reflect new package outline drawing numbers.	13
3/15	Updated Benefits and Features section	1

B.3 *Datasheet SIM900 Hardware Manual*



Hardware Design

SIM900_HD_V1.01



2 SIM900 Overview

Designed for global market, SIM900 is a quad-band GSM/GPRS engine that works on frequencies GSM 850MHz, EGSM 900MHz, DCS 1800MHz and PCS 1900MHz. SIM900 features GPRS multi-slot class 10/ class 8 (optional) and supports the GPRS coding schemes CS-1, CS-2, CS-3 and CS-4.

With a tiny configuration of 24mm x 24mm x 3mm, SIM900 can meet almost all the space requirements in your applications, such as M2M, smart phone, PDA and other mobile devices.

The physical interface to the mobile application is a 68-pin SMT pad, which provides all hardware interfaces between the module and customers' boards.

- The keypad and SPI display interface will give you the flexibility to develop customized applications.
- Serial port and Debug port can help you easily develop your applications.
- One audio channel includes a microphone input and a speaker output.

The SIM900 is designed with power saving technique so that the current consumption is as low as 1.5mA in SLEEP mode.

The SIM900 is integrated with the TCP/IP protocol, extended TCP/IP AT commands are developed for customers to use the TCP/IP protocol easily, which is very useful for those data transfer applications.

2.1 SIM900 Key Features

Table 3: SIM900 key features

Feature	Implementation
Power supply	Single supply voltage 3.4V ~ 4.5V
Power saving	Typical power consumption in SLEEP mode is 1.5mA (BS-PA-MFRMS+5)
Frequency Bands	<ul style="list-style-type: none"> • SIM900 quad-band: GSM 850, EGSM 900, DCS 1800, PCS 1900. The SIM900 can search the 4 frequency bands automatically. The frequency bands also can be set by AT command. • Compliant to GSM Phase 2/2+
GSM class	Small MS
Transmitting power	<ul style="list-style-type: none"> • Class 4 (2W) at GSM 850 and EGSM 900 • Class 1 (1W) at DCS 1800 and PCS 1900
GPRS connectivity	<ul style="list-style-type: none"> • GPRS multi-slot class 10 (default) • GPRS multi-slot class 8 (option) • GPRS mobile station class B
Temperature range	<ul style="list-style-type: none"> • Normal operation: -30°C to +80°C

SIM900 Hardware Design

	<ul style="list-style-type: none"> ● Restricted operation: -40°C to -30°C and +80 °C to +85°C⁽¹⁾ ● Storage temperature: -45°C to +90°C
DATA GPRS:	<ul style="list-style-type: none"> ● GPRS data downlink transfer: max. 85.6 kbps ● GPRS data uplink transfer: max. 42.8 kbps ● Coding scheme: CS-1, CS-2, CS-3 and CS-4 ● SIM900 supports the protocols PAP (Password Authentication Protocol) usually used for PPP connections. ● The SIM900 integrates the TCP/IP protocol. ● Support Packet Switched Broadcast Control Channel (PBCCH)
CSD:	<ul style="list-style-type: none"> ● CSD transmission rates: 2.4, 4.8, 9.6, 14.4 kbps, non-transparent ● Unstructured Supplementary Services Data (USSD) support
SMS	<ul style="list-style-type: none"> ● MT, MO, CB, Text and PDU mode ● SMS storage: SIM card
FAX	Group 3 Class 1
SIM interface	Support SIM card: 1.8V, 3V
External antenna	Antenna pad
Audio features	Speech codec modes: <ul style="list-style-type: none"> ● Half Rate (ETS 06.20) ● Full Rate (ETS 06.10) ● Enhanced Full Rate (ETS 06.50 / 06.60 / 06.80) ● Adaptive multi rate (AMR) ● Echo Cancellation ● Noise Suppression
Serial port and Debug port:	Serial Port: <ul style="list-style-type: none"> ● 8-wire modem interface with status and control lines, unbalanced, asynchronous. ● 1.2kbps to 11.52kbps. ● Serial Port can be used for AT commands or data stream. ● Supports RTS/CTS hardware handshake and software ON/OFF flow control. ● Multiplex ability according to GSM 07.10 Multiplexer Protocol. ● Autoloading supports baud rate from 1200 bps to 115200bps. Debug port: <ul style="list-style-type: none"> ● 2-wire null modem interface DBG_TXD and DBG_RXD ● Can be used for debugging and upgrading firmware.
Phonebook management	Support phonebook types: SM, FD, LD, RC, ON, MC.
SIM Application Toolkit	Support SAT class 3, GSM 11.14 Release 99
Real time clock	Implemented
Timer function	Programmable via AT command
Physical characteristics	Size: 24mm x 24mm x 3mm Weight: 3.4g
Firmware upgrade	Firmware upgrade by debug port.

(1) The SIM900 does work, but deviations from the GSM specification may occur.

Table 4: Coding schemes and maximum net data rates over air interface

Coding scheme	1 Timeslot	2 Timeslot	4 Timeslot
CS-1:	9.05kbps	18.1kbps	36.2kbps
CS-2:	13.4kbps	26.8kbps	53.6kbps
CS-3:	15.6kbps	31.2kbps	62.4kbps
CS-4:	21.4kbps	42.8kbps	85.6kbps

2.2 SIM900 Functional Diagram

The following figure shows a functional diagram of the SIM900 and illustrates the mainly functional part:

- The GSM baseband engine
- Flash and SRAM
- The GSM radio frequency part
- The antenna interface
- The Other interfaces

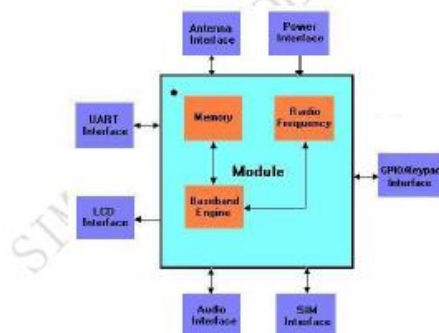


Figure 1: SIM900 functional diagram

2.3 SIM900 Evaluation Board

In order to help you on the application of SIM900, SIMCOM can supply an Evaluation Board (EVB) that interfaces the SIM900 directly with appropriate power supply, SIM card holder, RS232 serial port, handset port, earphone port, line in port, antenna and all GPIO of the SIM900.



Figure 2: Top view of SIM900 EVB

For details please refer to the *SIM900-EVB_UGD* document.

3 Application Interface

SIM900 is equipped with a 68-pin SMT pad that connects to the cellular application platform. Sub-interfaces included in this SMT pad are described in detail in following chapters:

- Power supply (*please refer to Chapter 3.3*)
- Serial interfaces (*please refer to Chapter 3.8*)
- Analog audio interfaces (*please refer to Chapter 3.9*)
- SIM interface (*please refer to Chapter 3.10*)

Electrical and mechanical characteristics of the SMT pad are specified in Chapter 5.

3.1 SIM900 Pin Description

Table 5: Pin description

Power Supply				
PIN NAME	I/O	DESCRIPTION	DC CHARACTERISTICS	COMMENT
VBAT	I	3 VBAT pins are dedicated to connect the supply voltage. The power supply of SIM900 has to be a single voltage source of VBAT=3.4V..4.5V. It must be able to provide sufficient current in a transmit burst which typically rises to 2A.	Vmax=4.5V Vmin=3.4V Vnom=4.0V	
VRTC	I/O	Current input for RTC when the battery is not supplied for the system. Current output for backup battery when the main battery is present and the backup battery is in low voltage state.	Vmax=3.15V Vmin=2.0V Vnom=3.0V Iout(max)=300uA Iin=2 uA	If the RTC function is enabled, a battery or capacitor should be connected with the VRTC pin. Otherwise the VRTC pin can be kept open.
VDD_EXT	O	2.8V output power supply	Vmax=2.95V Vmin=2.70V Vnom=2.80V	If unused, keep open.

SIM900 Hardware Design

			Iout(max)= 10mA	
GND		Ground		
Power on or power off				
PIN NAME	I/O	DESCRIPTION	DC CHARACTERISTICS	
PWRKEY	I	Voltage input for PWRKEY. PWRKEY should be pulled low to power on or power off the system. The user should keep pressing the key for a short time when power on or power off the system because the system need margin time in order to assert the software.	VILmax=0.15*VDD_EXT VIHmin=0.85* VDD_EXT VImax=VDD_EXT VILmin= 0V	It is already pulled up.
PWRKEY_OUT	O	Connecting PWRKEY and PWRKEY_OUT for a short time then release also can power on or power off the module.	VOHmin= VDD_EXT-0.1V VOLmax=0.1V VOHmax= VDD_EXT VOLmin= 0V	
Audio interfaces				
PIN NAME	I/O	DESCRIPTION	DC CHARACTERISTICS	COMMENT
MIC_P	I	Positive and negative voice band input	Audio DC Characteristics refer to chapter 3.9	If unused keep open
SPK_P	O	Positive and negative voice band output		If unused keep open
LINEIN_R	I	Line input		If unused keep open
LINEIN_L	I	Line input		If unused keep open
GENERAL PURPOSE input/output				
PIN NAME	I/O	DESCRIPTION	DC CHARACTERISTICS	COMMENT
STATUS	O	Indicate working status	VILmax=0.15 *VDD_EXT VIHmin=0.85*VDD_EXT VILmin= 0V	If unused keep open
NETLIGHT	O	Indicate net status	VILmax= VDD_EXT VOHmin= VDD_EXT-0.1V	If unused keep open
DISP_DATA	I/O	Display interface	VOLmax=0.1V	If unused keep open
DISP_CLK	O		VOHmax= VDD_EXT	
DISP_CS	O		VOLmin= 0V	
DISP_DC	O			
SCL	O	I ² C bus clock		If unused keep

SIM900 Hardware Design

SDA	I/O	I ² C bus data		open
KBR0-KBR4	O			If unused keep these pins open
KBC0-KBC4	I	Keypad interface		Pull up to VDD_EXT, if unused keep pins open

Serial port

PIN NAME	I/O	DESCRIPTION	DC CHARACTERISTICS	COMMENT
RXD	I	Receive data	VILmax=0.15 *VDD_EXT	DTR Pin has been pulled up to VDD_EXT. If unused keep pins open
TXD	O	Transmit data	VIHmin=0.85*VDD_EXT	
RTS	I	Request to send	VILmin= 0V	
CTS	O	Clear to send	VIHmax= VDD_EXT	
RI	O	Ring indicator	VOHmin= VDD_EXT-0.1V	
DSR	O	Data Set Ready	VOLmax=0.1V	
DCD	O	Data carry detect	VOHmax= VDD_EXT	
DTR	I	Data terminal Ready	VOLmin= 0V	

Debug interface

PIN NAME	I/O	DESCRIPTION	DC CHARACTERISTICS	COMMENT
DBG_TXD	O	Serial interface for debugging and firmware upgrade	VILmax=0.15 *VDD_EXT	If unused keep pins open
			VIHmin=0.85*VDD_EXT	
			VILmin= 0V	
			VIHmax= VDD_EXT	
			VOHmin= VDD_EXT-0.1V	
			VOLmax=0.1V	
			VOHmax= VDD_EXT	
			VOLmin= 0V	

SIM interface

PIN NAME	I/O	DESCRIPTION	DC CHARACTERISTICS	COMMENT
SIM_VDD	O	Voltage supply for SIM card	The voltage can be select by software automatically either 1.8V or 3V	
SIM_DATA	I/O	SIM data output	VILmax=0.15 *SIM_VDD	All signals of SIM interface are protected against ESD with a TVS diode array. Maximum cable length 200mm from the module
SIM_CLK	O	SIM clock	VIHmin=0.85*SIM_VDD	
			VILmin= 0V	
			VIHmax= SIM_VDD	
			VOHmin= SIM_VDD-0.1V	
			VOLmax=0.1V	
			VOHmax= SIM_VDD	
			VOLmin= 0V	

SIM900 Hardware Design

				pad to SIM card holder.
SIM_PRESENCE	I	SIM detect	VILmax=0.15 *VDD_EXT VIHmin=0.85*VDD_EXT VILmin= 0V VIHmax= VDD_EXT	If unused keep open
ADC				
PIN NAME	I/O	DESCRIPTION	DC CHARACTERISTICS	COMMENT
ADC	I	General purpose analog to digital converter.	Input voltage range: 0V ~ 3V	If unused keep open
External Reset				
PIN NAME	I/O	DESCRIPTION	DC CHARACTERISTICS	COMMENT
NRESET	I	External reset input(Active low)	VILmax=0.15 *VDD_EXT VIHmin=0.85*VDD_EXT VILmin= 0V VIHmax= VDD_EXT	If unused keep open
Pulse Width Modulation				
PIN NAME	I/O	DESCRIPTION	DC CHARACTERISTICS	COMMENT
PWM1	O	PWM Output	VOHmin= VDD_EXT-0.1V VOLmax=0.1V	If unused keep open
PWM2	O	PWM Output	VOHmax= VDD_EXT VOLmin=0	

3.2 Operating Modes

The table below briefly summarizes the various operating modes referred to in the following chapters.

Table 6: Overview of operating modes

Mode	Function
Normal operation	GSM/GPRS SLEEP Module will automatically go into SLEEP mode if DTR is set to high level and there is no on air and no hardware interrupt (such as GPIO interrupt or data on serial port). In this case, the current consumption of module will reduce to the minimal level. In SLEEP mode, the module can still receive paging message and SMS from the system normally.
	GSM IDLE Software is active. Module has registered to the GSM network, and the

SIM900_HD_V1.01

19

26.12.2009

SIM900 Hardware Design

		module is ready to send and receive.
	GSM TALK	Connection between two subscribers is in progress. In this case, the power consumption depends on network settings such as DTX off/on, FR/EFRR/HR, hopping sequences, antenna.
	GPRS STANDBY	Module is ready for GPRS data transfer, but no data is currently sent or received. In this case, power consumption depends on network settings and GPRS configuration.
	GPRS DATA	There is GPRS data transfer (PPP or TCP or UDP) in progress. In this case, power consumption is related with network settings (e.g. power control level), uplink / downlink data rates and GPRS configuration (e.g. used multi-slot settings).
POWER DOWN		Normal shutdown by sending the "AT+CPWD=1" command or using the PWRKEY. The power management ASIC disconnects the power supply from the baseband part of the module, and only the power supply for the RTC is remained. Software is not active. The serial port is not accessible. Operating voltage (connected to VBAT) remains applied.
Minimum functionality mode (without remove power supply)		Use the "AT+CFUN" command can set the module to a minimum functionality mode without remove the power supply. In this case, the RF part of the module will not work or the SIM card will not be accessible, or both RF part and SIM card will be closed, and the serial port is still accessible. The power consumption in this case is very low.

3.3 Power Supply

The power supply of SIM900 is from a single voltage source of VBAT= 3.4V.. 4.5V. In some case, the ripple in a transmitting burst may cause voltage drops when current consumption rises to typical peaks of 2A. So the power supply must be able to provide sufficient current up to 2A.

For the VBAT input, a local bypass capacitor is recommended. A capacitor (about 100 μ F, low ESR) is recommended. Multi-layer ceramic chip (MLCC) capacitors can provide the best combination of low ESR and small size but may not be cost effective. A lower cost choice may be a 100 μ F tantalum capacitor (low ESR) with a small (0.1 μ F to 1 μ F) ceramic in parallel, which is illustrated as following figure. The capacitors should be placed as close as possible to the SIM900 VBAT pins. The following figure is the recommended circuit.

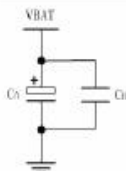


Figure 3: Reference circuit of the VBAT input

The circuit design of the power supply depends strongly upon the power source where this power is drained. The following figure is the reference design of +5V input source power supply. The designed output for the power supply is 4.1V, thus a linear regulator can be used. If there's a big difference between the input source and the desired output (VBAT), a switching converter power supply will be preferable because of its better efficiency especially with the 2A peak current in burst mode of the module.

The single 3.6V Li-Ion cell battery type can be connected to the power supply of the SIM900 VBAT directly. But the Ni_Cd or Ni_MH battery types must be used carefully, since their maximum voltage can rise over the absolute maximum voltage for the module and damage it.

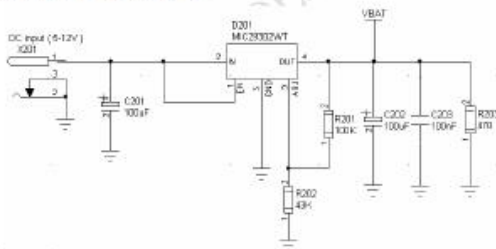


Figure 4: Reference circuit of the source power supply input

The following figure is the VBAT voltage ripple wave at the maximum power transmit phase, the test condition is VBAT=4.0V, VBAT maximum output current =2A, $C_A=100\mu\text{F}$ tantalum capacitor (ESR=0.75 Ω) and $C_A=1\mu\text{F}$.

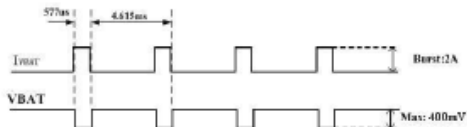


Figure 5: VBAT voltage drop during transmit burst

3.3.1 Power Supply Pins

Three VBAT pins are dedicated to connect the supply voltage and fifteen GND pins are dedicated to connect ground. VRTC pin can be used to back up the RTC.

3.3.2 Minimizing Power Losses

When designing the power supply for your application please pay specific attention to power losses. Ensure that the input voltage VBAT never drops below 3.4V even in a transmit burst where current consumption can rise to typical peaks of 2A. If the power voltage drops below 3.4V, the module may be switched off. The PCB traces from the VBAT pins to the power source must be wide enough to decrease voltage drops in the transmitting burst mode.

3.3.3 Monitoring Power Supply

To monitor the supply voltage, you can use the "AT+CBC" command which include a parameter: voltage value (in mV).

The voltage is continuously measured at intervals depending on the operating mode. The displayed voltage (in mV) is averaged over the last measuring period before the AT+CBC command is executed.

For details please refer to document [1]

3.4 Power Up and Power Down Scenarios

3.4.1 Turn on SIM900

SIM900 can be turned on by various ways, which are described in following chapters:

- Via PWRKEY pin: starts normal operating mode (please refer to chapter 3.4.1.1);
- Via PWRKEY pin and PWRKEY_OUT pin: starts normal operating mode

Note: The AT command must be set after the SIM900 is power on and Unsolicited Result Code "RDT" is received from the serial port. However if the SIM900 is set auto-bauding, the serial port will receive nothing. The AT commands can be set after the SIM900 is power on. You can use AT+IPR=n;S W to set a fixed baud rate and save the configuration to non-volatile flash memory. After the configuration is saved as fixed baud rate, the Code "RDT" should be received from the serial port all the time that the SIM900 is power on. Please refer to the chapter AT+IPR in document [1].

3.4.3.1 Turn on SIM900 Using the PWRKEY Pin (Power on)

You can turn on the SIM900 by driving the PWRKEY to a low level voltage with a limiting current resistor (1K is recommended) in series for a short time and then release. This pin has pulled up to VDD_EXT in the module. The maximum current that can be drained from the PWRKEY pin is 0.3mA. The single circuit illustrates as the following figures.

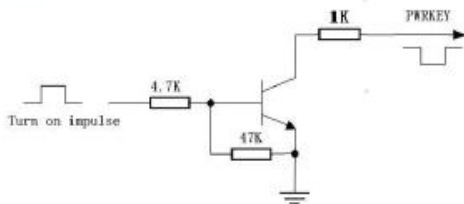


Figure 6: Turn on SIM900 using driving circuit

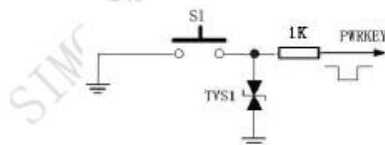


Figure 7: Turn on SIM900 using button

The power on scenarios illustrates as following figure.

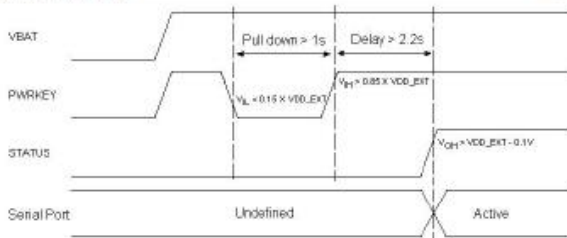


Figure 8: Timing of turn on system using PWRKEY

When power on procedure completes, the SIM900 will send out following result code to indicate the module is ready to operate when set as fixed baud rate.

RDY

This result code does not appear when autobauding is active.

3.4.1.2 Turn on SIM900 Using the PWRKEY Pin and PWRKEY_OUT Pin (Power on)

User can turn on SIM900 by connecting PWRKEY Pin and PWRKEY_OUT Pin for a short time and then release. The simple circuit illustrates as the following figures.

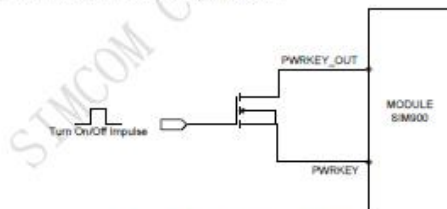


Figure 9: Turn on SIM900 using driving circuit

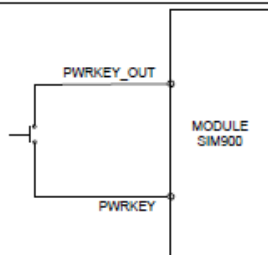


Figure 10: Turn on SIM900 using button

The power on scenarios illustrates as following figure.

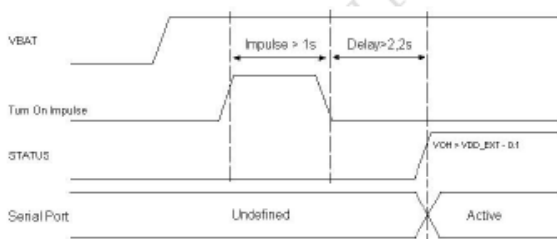


Figure 11: Timing of turn on system using PWRKEY and PWRKEY_OUT

3.4.2 Turn Off SIM900

Following procedure can be used to turn off the SIM900:

- Normal power down procedure: Turn off SIM900 using the PWRKEY pin
- Normal power down procedure: Turn off SIM900 using AT command
- Over-voltage or under-voltage automatic shutdown: Take effect if over-voltage or under-voltage is detected
- Over-temperature or under-temperature automatic shutdown: Take effect if over-temperature or under-temperature is detected

3.4.2.1 Turn Off SIM900 Using the PWRKEY Pin (Power down)

You can turn off the SIM900 by driving the PWRKEY to a low level voltage for a short time and then release. You also can turn off the SIM900 by connecting PWRKEY and PWRKEY_OUT for a short time and then release. Please refer to the turn on circuit. The power down scenario illustrates as following figure.

This procedure lets the module log off from the network and allows the software to enter into a secure state and save data before completely disconnecting the power supply.

Before the completion of the switching off procedure the module will send out result code:

NORMAL POWER DOWN

After this moment, the AT commands can't be executed. The module enters the POWER DOWN mode, only the RTC is still active. POWER DOWN can also be indicated by STATUS pin, which is a low level voltage in this mode.

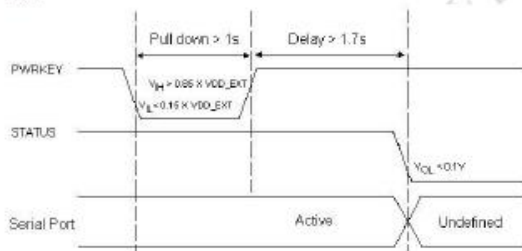


Figure 12: Timing of turn off system using PWRKEY

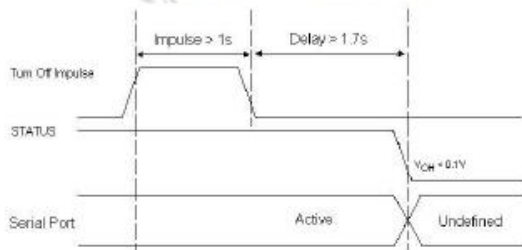


Figure 1-3: Timing of turn off system using PWRKEY and PWRKEY_OUT

3.4.2.2 Turn Off SIM900 Using AT Command

You can use an AT command "AT+CPWD=1" to turn off the module. This command lets the module log off from the network and allows the module to enter into a secure state and save data before completely disconnecting the power supply.

Before the completion of the switching off procedure the module will send out result code:

NORMAL POWER DOWN

After this moment, the AT commands can't be executed. The module enters the POWER DOWN mode, only the RTC is still active. POWER DOWN can also be indicated by STATUS pin, which is a low level voltage in this mode.

Please refer to document [1] for detail about the AT command of "AT+CPWD".

3.4.2.3 Over-voltage or Under-voltage Automatic Shutdown

The module will constantly monitor the voltage applied on the VBAT. If the voltage $\leq 3.5V$, the following URC will be presented:

UNDER-VOLTAGE WARNING

If the voltage $\geq 4.5V$, the following URC will be presented:

OVER-VOLTAGE WARNING

The uncritical voltage range is 3.4V to 4.6V. If the voltage $> 4.6V$ or $< 3.4V$, the module will be automatic shutdown soon.

If the voltage $< 3.4V$, the following URC will be presented:

UNDER-VOLTAGE POWER DOWN

If the voltage $> 4.6V$, the following URC will be presented:

OVER-VOLTAGE POWER DOWN

After this moment, no further more AT commands can be executed. The module logs off from network and enters POWER DOWN mode, and only the RTC is still active. POWER DOWN can also be indicated by STATUS pin, which is a low level voltage in this mode.

3.4.2.4 Over-temperature or Under-temperature Automatic Shutdown

The module will constantly monitor the temperature of the module, if the temperature $> 80^{\circ}C$, the following URC will be presented:

+CMTE:1

If the temperature $< -30^{\circ}C$, the following URC will be presented:

+CMTE:-1

The uncritical temperature range is $-40^{\circ}C$ to $85^{\circ}C$. If the temperature $> 85^{\circ}C$ or $< -40^{\circ}C$, the module will be automatic shutdown soon.

If the temperature $> 85^{\circ}C$, the following URC will be presented:

+CMTE:2

If the temperature $< -40^{\circ}C$, the following URC will be presented:

B.4 Datasheet Modem GSM Maestro 100



Fargo Maestro 100 **Fargo Maestro 20** GSM GPRS Modem 900 / 1800

USER MANUAL

Rev. 00

Confidential, the whole present document is the sole property of Fargo Telecom O/B on Fargo Services (HK) Ltd.

CHAPTER 1

INTRODUCTION

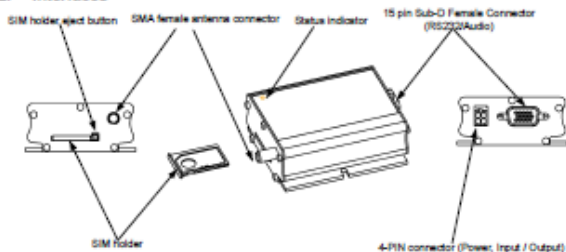
Maestro 100 / Maestro 20 is a ready-to-use GSM modem for voice, data, fax and SMS services. It also supports GPRS Class 10 (Maestro 100) or Class 2 (Maestro 20) for hi-speed data transfer. Maestro 100 / Maestro 20 can be easily controlled by using AT command for all kinds of operations. With standard 9-pin RS232 port and telephone-like audio plug (via optional cable) the Maestro 100 / Maestro 20 can be set up with minimal effort.

1.1. Package

The Maestro 100 / Maestro 20 package should include the following:

1. Maestro 100 x 1
2. Power cord with fuse x 1
3. Safety note x 1

1.2. Interfaces



1.2.1. Status indicator

The LED will indicate different status of the modem:

- off Modem switched off
- on Modem is connecting to the network
- flashing slowly Modem is in idle mode
- flashing rapidly Modem is in transmission/communication (GSM only)

1.2.2. SMA female antenna connector

- Connect this to an external antenna with SMA male connector. Make sure the antenna is for the GSM900/1800 frequency with impedance of 50ohm, and also connector is secured tightly.

1.2.3. 15-PIN D-SUB Female connector (RS232 / Audio)

- The connector provides serial link and audio link to the modem.



Pin number	Name	EIA designation	Type	Note
1	DCD	Data Carrier Detect	Output	
2	TX	Transmit Data	Input	
3	BOOT		Input	Not used
4	MICROPHONE (+)		Input	
5	MICROPHONE (-)		Input	
6	RX	Receive Data	Output	
7	DSR	Data Set Ready	Output	
8	DTR	Data Terminal Ready	Input	
9	GND	Ground	Ground	
10	SPEAKER(+)		Output	
11	CTS	Clear to Send	Output	
12	RTS	Request to Send	Input	
13	RI	Ring Indicator	Output	
14	RESET		Input	Pull low to reset
15	SPEAKER(-)		Output	

Specification of microphone and speaker to be connected :

Parameters	Min	Typical	Max	Remark
Microphone current @2V / 2K Ohm		0.5 mA		
Microphone input level			100 mVpp	
Speaker output current 150 Ohm/ 1nF		15mA		
Speaker impedance			32ohm	

Please refer to the document "Application notes - Power supply & Audio" for more information of audio connection.

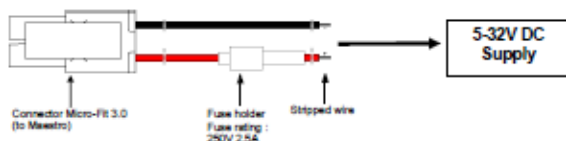
1.2.4. 4-PIN connector (Power, Input / Output)



Pin assignment of 4-pin connector

Pin number	Name	Functions
1	I/O	Input / Output port
2	~INTR	Interrupt function triggered by pulling this pin to ground or LOW level; reserved for additional functions with new firmware
3	POWER -	DC power negative input
4	POWER+	DC power positive input

A cable, included in the package shall be used for power supply connection:



I/O

Parameters	Min	Typical	Max	Remark
I/O in LOW voltage			0.5V	
I/O in HIGH voltage	3V		5V	
I/O out max. sink current			10mA	

INTR

Parameters	Min	Typical	Max	Remark
Input LOW voltage	0		0.5V	Triggered by pulling this pin to LOW level ; otherwise leave it open

- Please refers to Chapter 6 Appendix for using I/O and INTR signals. Contact your dealer if you need wire for the I/O and INTR connection

1.2.5 Optional accessories

You may contact your sales agent for the following optional accessories:



External antenna

- Magnetic mount type
- Frequency GSM 900/1800 band
- Gain 3db
- VSWR < 1.5:1
- Height ~ 236 mm (including magnetic base)
- Cable : Type RG-174U length 2.5m
- SMA male connector on cable end
- color : back (SMA connector silver)



Pin Assignment

Sub-D 15 (male)	Sub-D 9 (female)	Plug 4P4C
1	1	
2	3	
3		
4		1
5		4
6	2	
7	6	
8	4	
9	5	
10		2
11	8	
12	7	
13	9	
14		
15		3



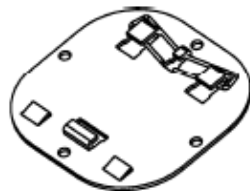
Sub-D 9 pin



1234
4p4c plug

1.1m cable

- Direct connection with standard 9-pin RS-232 port (DTE)
- Direct connection with common handset of telephone for voice call
- Shielded cable
- Cable length 1.1m (w/ connector)



DIN rail mount

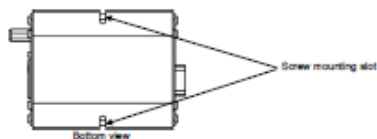
- Quick attachment / detachment to standard DIN rail
- Tin plated Steel

CHAPTER 2 INSTALLATION

2.1 Mounting the modem

Use 2 pcs of M3 screw to mount the modem

When using optional DIN rail mount, please refer to document "Installation of DIN rail mount"



2.2 Installing the SIM card

Use a ball pen or paper clip to press the SIM holder eject button. The SIM holder will come out a little. Then take out the SIM holder.

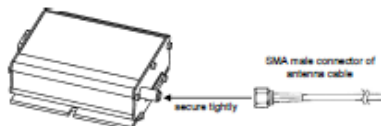
Note : DO NOT pull out the SIM holder without pushing the eject button.

Put the SIM card to the tray, make sure it has completely sit on the tray. Put the tray back into the slot.

2.3 Connect the external antenna (SMA type)

Connect this to an external antenna with SMA male connector. Make sure the antenna is for the GSM900/1800 frequency with impedance of 50ohm, and also connector is secured tightly.

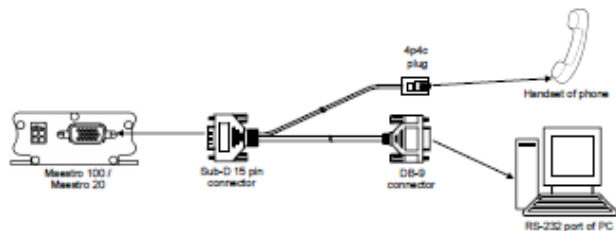
Note : Please use antenna designed for GSM 900/1800 Mhz operation. Incorrect antenna will affect communication and even damage the modem.



2.4 Connect the modem to external device

You can use the optional "Y" cable to connect the modem's Sub-D connector to external controller/computer. Note : The modem CANNOT be connected to the 'Line' jack of a landline telephone directly.

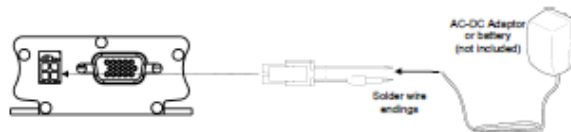
Connection example using optional "Y" cable:



2.5 Connecting the DC power supply

Connect the open ending of the included power cord to a DC supply. Refer to the following for power supply requirement.

Input voltage range	5V – 32V
Rated current	650 mA (Maestro 100) 450 mA (Maestro 20)



Connect the connector to the modem. The modem will turn on automatically.

The status Indicator on the modem will be lit when power on. After a few seconds it will go flashing slowly (registered to the network successfully, refer section 1.2.1).

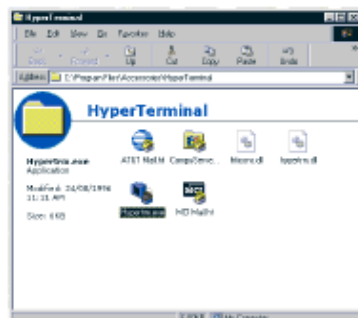
Chapter 3 describes how to communicate with the modem in Microsoft Windows™ environment.

CHAPTER 3

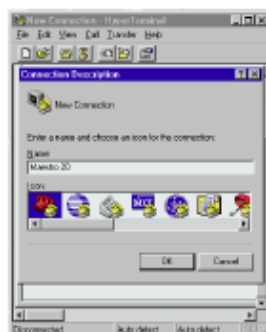
WORKING WITH Maestro 100 / Maestro 20

3.1. Checking the modem (using Microsoft Windows™ HyperTerminal as example)

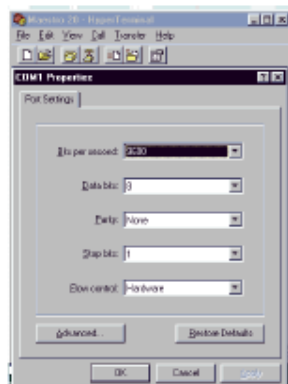
3.1.1. On the first time power-up you can use a terminal software to communicate with the modem through an RS-232 serial port. Following example is using the HyperTerminal in Windows 98.



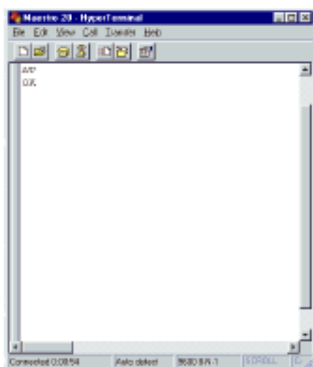
3.1.2. On Windows 98, start the HyperTerminal program. Assign a name for a new session.



3.1.3. Choose the correct Com port and baud rate settings (9600bps, 8bits, no paritybit, 1 stop bit)



3.1.4. On the terminal screen, type "AT" to check the "OK" response from the modem.



3.2. Basic Operation :

Followings are examples of some AT commands. Please refer to the AT Command guide for a full description.

Note : Issue AT+CMEE=1 to have extended error code (+CME ERROR)

Description	AT commands	Modem response	Comments
Network Registration Checking	AT+CREG?	CREG=<mode>,1	Modem registered to the network
		CREG=<mode>,2	Registration lost, re-registration attempt
		CREG=<mode>,0	Modem not registration on the network, no registration attempt
Receiving signal strength	AT+CSQ	+CSQ: 20,0	The first parameter has to be at least 15 for normal communication
Receiving an incoming call		RING	An incoming call is waiting
	ATA		Answer the call
		OK	
Make a call	ATDT1234567		Don't forget the « ; » at the end for « voice » call
		OK	Communication established
		CME ERROR : 11	PIN code not entered (with + CMEE = 1 mode)
		CME ERROR : 3	AOC credit exceeded or a communication is already established
		CME ERROR : 10	Cannot read the SIM card
Make an emergency call	ATD 112;		Don't forget the « ; » at the end for « voice » call
		OK	
Communication loss		NO CARRIER	
Hang up	ATH		
		OK	
Enter PIN code	AT+CPIN=1234		
		OK	PIN Code accepted
		+CME ERROR : 16	Incorrect PIN Code (with +CMEE = 1 mode)
		+CME ERROR : 3	PIN already entered (with +CMEE = 1 mode)
Saves parameters in non-volatile memory	AT&W		
		OK	The configuration settings are stored

CHAPTER 4

SPECIFICATION

- Dualband GSM 900 / 1800 Mhz
- Support Data, SMS, Voice and Fax
- Max Power Output: 2W(900Mhz), 1W(1800Mhz)
- Group 3 FAX support (Class 1 and 2)
- Maestro 100 : GPRS Class B Class 10 (4Rx+1Tx or 3Rx+2Tx) at maximum speed.*
Maestro 20 : GPRS Class B Class 2 (2Rx+1Tx) at maximum speed.*
- SlimToolKit Class 2
- AT command set (GSM 07.05, GSM 07.07 and WAVECOM proprietary)

* Note : Available slot for GPRS connection is network dependent.

Power requirement :

Input voltage range	5V – 32V
Rated current	650 mA (Maestro 100) 450 mA (Maestro 20)

Typical current consumption

	@5V	@12V	@32V
GSM900 communication mode PCL=S	310mA	130mA	50mA
DCS1800 communication mode PCL=S	240mA	100mA	40mA
GPRS900 Class 10 PCL=S	520mA	220mA	80mA
GPRS1800 Class 10 PCL=0	390mA	160mA	70mA
Idle mode	35mA	16mA	8mA
Idle mode with power saving on RS232	12mA	11mA	5mA

Interfaces :

- SIM holder
- 15 pin Sub-D connector (serial and audio connection)
- 4-pin power supply connector
- SMA antenna connector (50 ohm)

Dimensions:

- Overall size : 88mm x 60mm x 26mm
- Weight : 100g
- Temperature range: -15°C to +50°C operating
-20°C to +65°C storage

CHAPTER 5

APPENDIX

5.1 Factory settings

The modem has the following factory settings. Please refer to the AT command document for the meaning of each setting.

Related AT commands	Factory Settings	Description
AT+IPR	9600	DTE-DCE data rate
AT+IFC	2,2	DTE-DCE flow control
AT+ICF	3,4	DTE-DCE character framing
ATE	1	ECHO
AT&G	1	DCD signal
AT&D	1	DTR signal
ATQ	0	Result code suppression
ATV	1	Response format
AT&S	1	DSR signal
ATSO	0	Auto answer
AT+CLIP	0	Calling line ID presentation
AT+CRLP		Calling line ID restriction
AT+GSCS	"PCP437"	
AT+CMGF	1	Message format
AT+CSMP	1,67,0,0	Text mode parameters
AT+CNMI	0,0,0,0	New message indication

5.2 Input / Output port

This port can be configured as either an input one or an output one.

To configure it as an input port, first issue AT+WIOW=2, 0 to disable the output port. Use AT+WIOR=3(Maestro 100) or AT+WIOR=1(Maestro 20) to read the status of this input port. Response +WIOR: 0 represent Logic HIGH (>3V); Response +WIOR: 1 represent Logic LOW (<0.5V). To use it as an output port, issue AT+WIOW=2,1 will turn it on and it will drain current to ground. The current is recommended not to exceed 10 mA. Issue AT+WIOW=2,0 will turn it off.

5.3 RS232 AUTO-ONLINE mode (power saving)

When being in the AUTO-ONLINE, the RS232 transceiver will shutdown most of its hardware to save power if it does not detect a valid input for more than 1000µs. The RS232 transceiver will wake up when valid input is detected again.

By default, the RS232 transceiver is put in AUTO-ONLINE. This mode can be turned off by issuing AT+WIOW=4,1.

CHAPTER 6

TROUBLESHOOTING

6.1 The modem's LED does not light :

Check if the modem has connected to a 5-32V power supply properly

Check if the power connector is properly inserted

Check the fuse on the power cord

6.2 The modem's LED lights but does not blink long time after power up

Check if a valid SIM card has been inserted properly

Check if the SIM card has been locked (refer to AT+CPIN command in AT command guide)

Check if the external has been connected properly to the modem

Check if the network coverage is available.

6.3 The modem does not response to the terminal program

Check if the RS-232 cable has been connected properly

Check if your program has proper setting. Factory setting of the modem is:

9600bps

8 data bits

no parity bit

1 stop bit

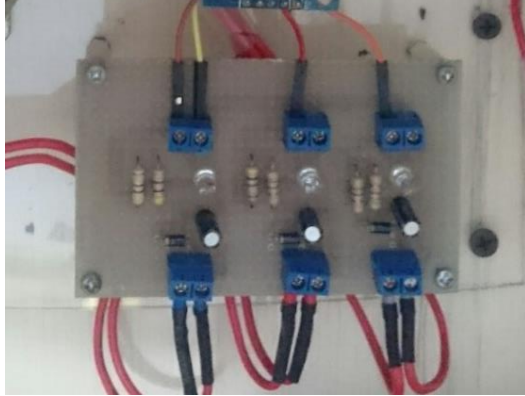
6.4 No voice could be heard for the modem's speaker output when a call is answered

Make sure a voice call has been made (refer to AT command guide)

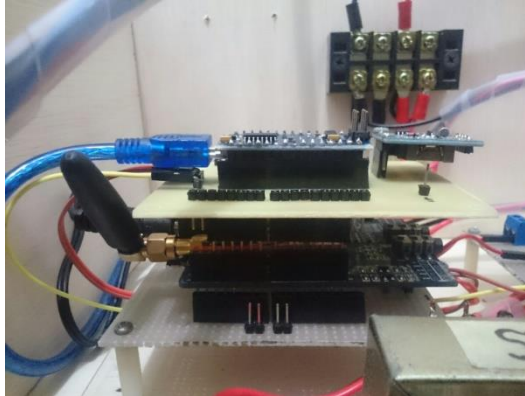
Enter the AT+SPEAKER=1 command

LAMPIRAN C

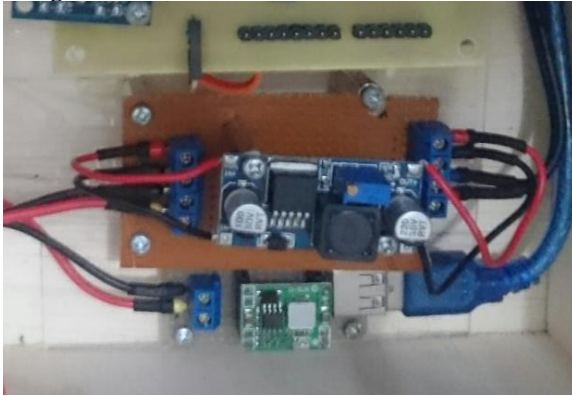
C. 1 Rangkaian Peak Detector



C. 2 Rangkaian SIM900 *Shield* dengan Arduino Nano



C. 3 *Rangkaian Buck Converter*



C. 4 *Rangkaian Automatic Charger*



C. 5 *Box Panel Alat Pelapor Padam Listrik*



C. 6 *Box Saklar*



C. 7 *Pengujian Alat Padam Listrik*



-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Sakina Yuliatrri
TTL : Madiun, 08 Juli 1996
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam
Alamat : Jl. Seram No. 3, Kota
Madiun
Telp/HP : 081249623882
E-mail : sakinayuliatrri8@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

1. 2000 – 2002 : TK Nasional Madiun
2. 2002 – 2008 : SD Negeri 01 Klegan Madiun
3. 2008 – 2011 : SMP Negeri 5 Madiun
4. 2011 – 2014 : SMA Negeri 1 Madiun
5. 2014 – 2017 : Bidang Studi Teknik Listrik, Departemen
Teknik Elektro Otomasi, FV, ITS - PLN

PENGALAMAN KERJA

1. *On The Job Training* PT. PLN Area Surabaya Selatan

PENGALAMAN ORGANISASI

1. Kabirol Pelatihan Departemen PSDM Himpunan Mahasiswa D3
Teknik Elektro 2016/2017.
2. Asisten Lab Elektronika Dasar 2016/2017

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----